

医用化学

徐春祥 陈亚民 张其河 主编

学习指南

●东北林业大学出版社

《医用化学学习指南》编者名单

主 编：徐春祥 陈亚民 张其河

副主编：苏 群 李星全

编者(按编写章节先后为序)：

孙锡浩 苏 群 李星全 张乐华

朱 玲 李景印 陈亚民 梅光泉

钟家美 康建华 马春华 李五林

张之江 周海梅 李克君 龙际银

张付利 沈全法 张其河 徐春祥

马忠国 石秀梅

主 审：李长云

医学高等专科学校教学参考书

医 用 化 学 学 习 指 南

Yiyong Huaxue Xuexi Zhinan

徐春祥 陈亚民 张其河 主编

东北林业大学出版社出版发行

(哈尔滨市和兴路26号)

哈尔滨师范大学印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/32 印张9.5 字数208千字

1996年8月第1版 1996年8月第1次印刷

印数1—3 000册

ISBN 7-81008-684-7

O·31 定价：6.50 元

前 言

本书是全国医学专科学校教材《医用化学》(第三版,杜广才主编,人民卫生出版社出版)的配套教学参考书,可与《医用化学》(第三版)配套使用,也可与其他医学专科学校协编的医用化学教材配合使用。

为了方便教师教学和学生复习,本书除将教材中的所有复习题都逐题进行了解答外,还精心编写了8套医学化学水平测试题,并附有答案。全书包括教材中十六章的习题解答和8套医学化学水平测试题及解答。

本书的各章分本章要点、复习题参考答案和补充习题及解答三部分。为了与中学化学相衔接,在第一章和第二章中增加了一部分补充内容。全书章节编排顺序与《医用化学》(第三版)相同。

全书严格贯彻了国家法定计量单位的有关规定,各物理量及其单位的符号均采用国家标准局所颁布的国家标准(GB)。因此本书所采用的物理量及其单位的符号与《医用化学》(第三版)不同,请读者使用时加以注意。

《医用化学》(第三版)的编者除杜广才教授外(杜广才教授因病逝世),全部参加了本书的编写工作。

由于编者的水平有限,再加之时间仓促,虽然编者做出了很大的努力,书中仍难免存在错误及不妥之处,恳请使用本书的师生批评指正。

编 者
1996 年 7 月于哈尔滨

目 录

第一章 溶液的渗透压	(1)
第二章 缓冲溶液	(14)
第三章 电极电位与电池电动势	(39)
第四章 胶体溶液	(55)
第五章 界面现象	(66)
第六章 有机化合物概述	(74)
第七章 醇、酚和醚	(86)
第八章 醛、酮、醌	(98)
第九章 有机酸	(111)
第十章 立体异构	(125)
第十一章 脂类	(140)
第十二章 糖类	(148)
第十三章 含氮有机化合物	(159)
第十四章 配位化合物	(170)
第十五章 氨基酸、蛋白质和核酸	(193)
第十六章 生物元素化合物概述	(202)
医学化学水平测试题	(208)
医学基础化学水平测试题(一)	(208)
医学基础化学水平测试题(二)	(216)
医学基础化学水平测试题(三)	(225)
医学有机化学水平测试题(一)	(232)
医学有机化学水平测试题(二)	(243)

医学有机化学水平测试题(三)	(252)
医学有机化学水平测试题(四)	(259)
医学化学水平测试题	(266)
医学化学水平测试题参考答案	(276)
医学基础化学水平测试题(一)	(276)
医学基础化学水平测试题(二)	(279)
医学基础化学水平测试题(三)	(281)
医学有机化学水平测试题(一)	(283)
医学有机化学水平测试题(二)	(286)
医学有机化学水平测试题(三)	(289)
医学有机化学水平测试题(四)	(291)
医学化学水平测试题	(295)

第一章 溶液的渗透压

补 充 内 容

溶液组成的表示方法有很多种,医学上常用的溶液组成的表示方法有以下几种。

一、物质的量浓度

B 的物质的量浓度用符号 c_B 表示,其定义为:B 的物质的量 n_B 除以混合物的体积 V 。

$$c_B = \frac{n_B}{V}$$

物质的量浓度可以简称为浓度,其 SI 单位是 $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$,医学上常用的单位是 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

例 1 100 mL 正常人的血清中含 10 mg Ca^{2+} 离子,计算血清中 Ca^{2+} 离子的物质的量浓度。

解: 100 mL 血清中 Ca^{2+} 离子的物质的量为:

$$\begin{aligned} n(\text{Ca}^{2+}) &= \frac{m(\text{Ca}^{2+})}{M(\text{Ca}^{2+})} \\ &= \frac{10 \text{ mg}}{40 \text{ mg} \cdot \text{mmol}^{-1}} = 0.25 \text{ mmol} \end{aligned}$$

血清中 Ca^{2+} 离子的物质的量浓度为:

$$\begin{aligned} c(\text{Ca}^{2+}) &= \frac{n(\text{Ca}^{2+})}{V} \\ &= \frac{0.25 \text{ mmol}}{0.10 \text{ L}} = 2.5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned}$$

正常人血清中 Ca^{2+} 离子的物质的量浓度是 $2.5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

物质的量浓度已在医学上广泛应用。世界卫生组织建议:医学上表示体液的组成时,凡是相对分子质量已知的物质,均应使用物质的量浓度。

二、渗透浓度

在一定温度下,稀溶液的渗透压决定于溶液中溶质的分子和离子的总浓度,而与溶质的本性无关。通常把稀溶液中能产生渗透效应的各种溶质的分子和离子的总浓度称为渗透浓度,用符号 c_{os} 表示。渗透浓度的 SI 单位为 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}$,医学上常用的单位是 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 和 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

由渗透浓度的定义可知,对于非电解质,渗透浓度等于物质的量浓度;而对于强电解质,渗透浓度等于阴、阳离子的浓度之和。

例 2 把 $100\text{ mL } 9\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 生理盐水和 $100\text{ mL } 50\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液混合,与正常血浆相比较,此混合溶液是高渗、低渗或等渗溶液?

解:混合溶液的渗透浓度为:

$$\begin{aligned}c_{os} &= 2c(\text{NaCl}) + c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) \\&= 2 \times \frac{0.10\text{ L} \times 9\text{ g}\cdot\text{L}^{-1} / 58.5\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}{0.10\text{ L} + 0.10\text{ L}} \\&\quad + \frac{0.10\text{ L} \times 50\text{ g}\cdot\text{L}^{-1} / 180\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}{0.10\text{ L} + 0.10\text{ L}} \\&= 0.293\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} = 293\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}\end{aligned}$$

正常血浆的渗透浓度为 $280\sim 320\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$,与血浆相比较,该混合溶液为等渗溶液。

三、质量浓度

B 的质量浓度用符号 ρ_B 表示,其定义为: B 的质量 m_B 除以混合物的体积 V 。

$$\rho_B = \frac{m_B}{V}$$

质量浓度的 SI 单位为 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$,医学上常用的单位是 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 和 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

例 3 100 mL 生理盐水中含 0.9 g NaCl , 计算此生理盐水的质量浓度。

解:生理盐水的质量浓度为:

$$\rho(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{V} = \frac{0.9\text{ g}}{0.10\text{ L}} = 9\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$$

生理盐水的质量浓度是 $9\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

实行法定计量单位后,大多数体液的组成改用物质的量浓度表示。对于体液中少数相对分子质量尚未准确测定的组分,可以暂时使用质量

浓度。因此有必要把有关注射液的组成也相应地改用物质的量浓度表示,特别是与体液含有相同组分的注射液更是如此。作为一种过渡,世界卫生组织提出:在绝大多数情况下,推荐在注射液标签上同时标明质量浓度和物质的量浓度。

B 的质量浓度与 B 的浓度之间的关系为:

$$\rho_B = c_B \cdot M_B$$

例 4 乳酸钠($C_3H_5O_3Na$)注射液的质量浓度为 $112 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, 计算该乳酸钠注射液的浓度。

解: 乳酸钠注射液的浓度为:

$$c(C_3H_5O_3Na) = \frac{\rho(C_3H_5O_3Na)}{M(C_3H_5O_3Na)} = \frac{112 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}{112 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

乳酸钠注射液的物质的量浓度为 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

四、分子浓度

B 的分子浓度用符号 C_B 表示,其定义为:溶质 B 的分子数 N_B 除以混合物的体积 V 。

$$C_B = \frac{N_B}{V}$$

分子浓度的 SI 单位是 m^{-3} ,医学上常用的单位是 L^{-1} 。医学临床上用分子浓度表示体液中细胞的含量,成人血液中红细胞的分子浓度的正常参考值为 $2.8 \times 10^{12} \sim 5.5 \times 10^{12} \text{ L}^{-1}$ 。

五、质量分数

B 的质量分数用符号 w_B 表示,其定义为:B 的质量 m_B 除以混合物的质量 m 。

$$w_B = \frac{m_B}{m}$$

质量分数是一个量纲为一的量,可以用百分数表示,但不能称为质量百分比浓度。

例 5 将 600 g 蔗糖溶于水,加热后配制成 1 000 g 糖浆,计算此糖浆中蔗糖的质量分数。

解: 蔗糖的质量分数为:

$$m_{\text{蔗糖}} = \frac{m_{\text{蔗糖}}}{m_{\text{糖浆}}} = \frac{600 \text{ g}}{1000 \text{ g}} = 0.60$$

此糖浆中蔗糖的质量分数为 0.60。

六、体积分数

B 的体积分数用 φ_B 表示,其定义为: B 的体积 V_B 除以混合物的体积 V 。

$$\varphi_B = \frac{V_B}{V}$$

体积分数也是一个量纲为一的量,也可以用百分数表示,但不能称为体积百分比浓度。医学上用体积分数表示溶质是液体的溶液的组成。例如,消毒酒精的体积分数是 0.75(或 75%)。

例 8 医学临床上常用体积分数为 0.75 的酒精溶液消毒,计算配制 500 mL 这种消毒用酒精溶液所需纯酒精的体积。

解: 所需纯酒精的体积为:

$$V_{\text{酒精}} = V \varphi_{\text{酒精}} = 500 \text{ mL} \times 0.75 = 375 \text{ mL}$$

配制 500 mL 体积分数为 0.75 的消毒用酒精需 375 mL 纯酒精。

本章要点

一、渗透现象和渗透压

渗透现象是溶剂分子通过半透膜由纯溶剂进入溶液或由稀溶液进入浓溶液的扩散现象。

产生渗透的条件为:

- (1) 有半透膜存在;
- (2) 半透膜两侧溶液的渗透浓度不相等。

产生渗透的原因是达到渗透平衡前,溶剂分子从溶液(或浓溶液)进入纯溶剂(或稀溶液)的速度小于从纯溶剂(或稀溶液)进入溶液(或浓溶液)的速度。

渗透压是恰能阻止渗透现象的继续发生,而达到渗透平衡的压力。

二、渗透压与温度、浓度的关系

稀溶液的渗透压与浓度、温度的关系服从范特荷甫方程:

$$\Pi = cRT$$

上式只适用于非电解质溶液。

对于电解质溶液,溶液的渗透压与浓度、温度之间的关系为:

$$\Pi = icRT = c_m RT$$

式中, c_m 为溶液的渗透浓度。对于非电解质溶液,溶液的渗透浓度等于非电解质的浓度;对于强电解质溶液,渗透浓度等于溶液中所有离子的浓度的总和;对于弱电解质,渗透浓度等于未电离的弱电解质的浓度与电离产生的离子浓度的总和。

因此,稀溶液的渗透压与浓度、温度的关系可统一表示为:

$$\Pi = c_m RT$$

三、渗透压在医学上的意义

(一) 等渗、低渗和高渗溶液

渗透压或渗透浓度相等的溶液称为等渗溶液。对于渗透压不相等的溶液,其中渗透压或渗透浓度相对较高的溶液称为高渗溶液;其中渗透压或渗透浓度相对较低的溶液称为低渗溶液。

医学临床上规定渗透浓度在 $280 \sim 320 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液为等渗溶液;渗透浓度低于 $280 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液为低渗溶液;渗透浓度高于 $320 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液为高渗溶液。

给患者大量输液时,应使用等渗溶液。若大量输入低渗溶液时,细胞外液中的水分子向细胞内液渗透,使红细胞出现溶血现象。若大量输入高渗溶液时,细胞内液的水分子向细胞外液渗透,使红细胞皱缩,易粘在一起而形成血栓。

(二) 晶体渗透压与胶体渗透压

血液的渗透压可分为晶体渗透压和胶体渗透压。由血液中的无机盐类的离子和小分子所产生的渗透压称晶体渗透压;由血液中的蛋白质所产生的渗透压称胶体渗透压。 37°C 时,血液的渗透压为 770 kPa ,其中晶体渗透压为 730 kPa ,胶体渗透压仅为 40 kPa 。

复习题参考答案

1. 下列各组溶液用半透膜隔开, 用箭头标明渗透的方向:

(1) $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ KCl} | 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ 蔗糖}$

(2) $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ 葡萄糖} | 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ 蔗糖}$

(3) $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaCl} | 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ CaCl}_2$

(4) $50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{ 葡萄糖} | 50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{ 蔗糖}$

答: (1) $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ KCl} \leftarrow \text{---} 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ 蔗糖}$

(2) 不产生渗透现象

(3) $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaCl} \leftarrow \text{---} 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ CaCl}_2$

(4) $50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{ 葡萄糖} \leftarrow \text{---} 50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{ 蔗糖}$

2. 计算下列溶液的渗透浓度:

(1) $19 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{ 乳酸钠} (\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na})$ 溶液

(2) $12.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaHCO}_3$ 溶液

解: (1) $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na} \longrightarrow \text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3^- + \text{Na}^+$

乳酸钠溶液的渗透浓度为:

$$\begin{aligned} c_{\text{os}}(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}) &= c(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3^-) + c(\text{Na}^+) \\ &= 2c(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}) = \frac{2\rho(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na})}{M(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na})} \\ &= \frac{2 \times 19 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}{112 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.339 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\ &= 339 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned}$$

(2) $\text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$

NaHCO_3 溶液的渗透浓度为:

$$c_{\text{os}}(\text{NaHCO}_3) = c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{Na}^+) = 2c(\text{NaHCO}_3)$$

$$\begin{aligned}\frac{2\rho(\text{NaHCO}_3)}{M(\text{NaHCO}_3)} &= \frac{2 \times 12.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}{84 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}} \\ &= 0.298 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 298 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}\end{aligned}$$

3. 比较下列各组溶液渗透压大小,并说明理由。

(1) $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ MgSO}_4$ 溶液和 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ CaCl}_2$ 溶液。

(2) $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液和 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 蔗糖溶液。

解: 由渗透压公式 $\Pi = c_{\text{os}}RT$ 可知,在温度一定时,渗透压与溶液的渗透浓度成正比,渗透浓度较大的溶液,其渗透压也较大。因此,可通过比较溶液渗透浓度的大小确定溶液渗透压的大小。

(1) MgSO_4 溶液的渗透浓度为:

$$\begin{aligned}c_{\text{os}}(\text{MgSO}_4) &= c(\text{Mg}^{2+}) + c(\text{SO}_4^{2-}) = 2c(\text{MgSO}_4) \\ &= 2 \times 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}\end{aligned}$$

CaCl_2 溶液的渗透浓度为:

$$\begin{aligned}c_{\text{os}}(\text{CaCl}_2) &= c(\text{Ca}^{2+}) + c(\text{Cl}^-) = c(\text{CaCl}_2) + 2c(\text{CaCl}_2) \\ &= 3c(\text{CaCl}_2) = 3 \times 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}\end{aligned}$$

由于 $c_{\text{os}}(\text{CaCl}_2) > c_{\text{os}}(\text{MgSO}_4)$, 故 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ CaCl}_2$ 溶液的渗透压较大。

(2) 葡萄糖溶液的渗透浓度为:

$$c_{\text{os,葡萄糖}} = c_{\text{葡萄糖}} = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

蔗糖溶液的渗透浓度为:

$$c_{\text{os,蔗糖}} = c_{\text{蔗糖}} = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

由于 $c_{\text{os,蔗糖}} > c_{\text{os,葡萄糖}}$, 故 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 蔗糖溶液的渗透压较大。

4. 已知人体正常体温为 37°C , 实验测得血浆的渗透压为 780 kPa , 血浆的渗透浓度为多少?

解: 血浆的渗透浓度为:

$$\begin{aligned}
 c_{\text{os}} &= \frac{\Pi}{RT} = \frac{780 \times 10^3 \text{ Pa}}{8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times (273 + 37) \text{ K}} \\
 &= 303 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} = 0.303 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\
 &= 303 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}
 \end{aligned}$$

血浆的渗透浓度为 $303 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

补充习题及解答

1. 在 90 g $w(\text{NaCl}) = 0.15$ 的 NaCl 溶液里加入 10 g 水或 10 g NaCl 固体, 分别计算用这两种方法配制的 NaCl 溶液中 NaCl 的质量分数。

解: 在 90 g $w(\text{NaCl}) = 0.15$ NaCl 溶液里加入 10 g 水后, NaCl 的质量分数为:

$$w(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{m_{\text{溶液}}} = \frac{90 \text{ g} \times 0.15}{90 \text{ g} + 10 \text{ g}} = 0.135$$

加入 10 g NaCl 固体后, NaCl 的质量分数为:

$$w(\text{NaCl}) = \frac{90 \text{ g} \times 0.15 + 10 \text{ g}}{90 \text{ g} + 10 \text{ g}} = 0.235$$

2. 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。

解: 所需体积分数为 0.95 的酒精的体积为:

$$V_2 = \frac{V_1 \varphi_1}{\varphi_2} = \frac{500 \text{ mL} \times 0.75}{0.95} = 395 \text{ mL}$$

量取 395 mL 体积分数为 0.95 的酒精溶液, 加水稀释至 500 mL 即可。

3. 2.0 mL 血浆含 2.4 mg 血糖, 计算该血浆中血糖的质量浓度。

解: 该血浆中血糖的质量浓度为:

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m_{\text{蔗糖}}}{V_{\text{蔗糖}}} \\ &= \frac{2.4 \text{ mg}}{2.0 \times 10^{-3} \text{ L}} = 1.2 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} = 1.2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}\end{aligned}$$

4. 静脉注射用 KCl 溶液的极限质量浓度是 $2.7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。若在 250 mL 葡萄糖溶液中加入 1 安瓿 (10 mL) $100 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 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?

解: 混合溶液中 KCl 的质量浓度为:

$$\begin{aligned}\rho(\text{KCl}) &= \frac{m(\text{KCl})}{V_{\text{溶液}}} \\ &= \frac{100 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.010 \text{ L}}{0.25 \text{ L} + 0.010 \text{ L}} \\ &= 3.8 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} > 2.7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}\end{aligned}$$

所得混合溶液中 KCl 的质量浓度超过极限值。

5. 正常人血浆中 Ca^{2+} 和 HCO_3^- 离子的物质的量浓度分别是 $2.5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $27 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。化验测得某病人血浆中 Ca^{2+} 和 HCO_3^- 离子的质量浓度分别是 $300 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 该病人血浆中这两种离子的含量是否正常?

解: 该病人血浆中 Ca^{2+} 和 HCO_3^- 离子的浓度分别为:

$$\begin{aligned}c(\text{Ca}^{2+}) &= \frac{\rho(\text{Ca}^{2+})}{M(\text{Ca}^{2+})} \\ &= \frac{300 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}}{40 \text{ mg} \cdot \text{mmol}^{-1}} = 7.5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \\ c(\text{HCO}_3^-) &= \frac{\rho(\text{HCO}_3^-)}{M(\text{HCO}_3^-)} \\ &= \frac{1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}}{61 \text{ mg} \cdot \text{mmol}^{-1}} = 1.6 \times 10^{-2} \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}\end{aligned}$$

该病人血浆中 Ca^{2+} 和 HCO_3^- 离子的含量均不正常。

6. 某患者需用 500 mL $100 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液, 若用 $500 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 两种葡萄糖溶液进行配制, 需要这两种溶液各多少毫升?

解：设需用 $500 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液的体积为 $x \text{ mL}$ ，可知需用 $50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液的体积为 $(500-x) \text{ mL}$ 。则：

$$\begin{aligned} 0.50 \text{ L} \times 100 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} &= \frac{x}{1\,000} \text{ L} \times 500 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \\ &+ \frac{500-x}{1\,000} \text{ L} \times 50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \\ x &= 55.6 \end{aligned}$$

所需 $500 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液的体积为：

$$V = x \text{ mL} = 55.6 \text{ mL}$$

所需 $50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液的体积为：

$$V = (500-x) \text{ mL} = 444.4 \text{ mL}$$

7. 某患者需补 0.05 mol Na^+ 离子，应补多少克氯化钠？若用质量浓度为 $9 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的生理盐水补 Na^+ 离子，需要多少毫升生理盐水？

解：应补 NaCl 的质量为：

$$\begin{aligned} m(\text{NaCl}) &= n(\text{NaCl}) M(\text{NaCl}) = n(\text{Na}^+) M(\text{NaCl}) \\ &= 0.05 \text{ mol} \times 58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.93 \text{ g} \end{aligned}$$

所需生理盐水的体积为：

$$\begin{aligned} V_{\text{盐水}} &= \frac{m(\text{NaCl})}{\rho_{\text{盐水}}} \\ &= \frac{0.05 \text{ mol} \times 58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{9 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}} \\ &= 0.325 \text{ L} = 325 \text{ mL} \end{aligned}$$

8. 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？

解： $10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液的渗透浓度分别为：

$$\begin{aligned}
 c_{\text{os}}(\text{NaCl}) &= 2 \times \frac{10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}{58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \\
 &= 0.342 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 342 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \\
 c_{\text{os}}(\text{NaCl}) &= 2 \times \frac{7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}{58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \\
 &= 0.240 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 240 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \\
 c_{\text{os}}(\text{NaCl}) &= 2 \times \frac{3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}{58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \\
 &= 0.103 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 103 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}
 \end{aligned}$$

与蛙肌细胞内液相比较, $10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl溶液分别为高渗、等渗和低渗溶液。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溶液中, 蛙肌细胞的形态分别为皱缩、正常和膨胀。

9. 把 $100 \text{ mL } 9 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 生理盐水和 $100 \text{ mL } 50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液混合, 与血浆相比较, 此混合溶液是高渗、低渗或等渗溶液?

解: 混合溶液的渗透浓度为:

$$\begin{aligned}
 c_{\text{os}} &= c_{\text{os}}(\text{NaCl}) + c_{\text{葡萄糖}} \\
 &= \frac{2 \times 9 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 100 \text{ mL}}{58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times (100 + 100) \text{ mL}} \\
 &\quad + \frac{50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 100 \text{ mL}}{180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times (100 + 100) \text{ mL}} \\
 &= 0.293 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 293 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}
 \end{aligned}$$

正常血浆的渗透浓度为 $280 \sim 320 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。与血浆相比较, 此混合溶液为等渗溶液。

10. 树身内部树汁的上升是由渗透压差造成的。若树汁为 $0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 糖溶液, 树汁小管外部水溶液的渗透浓度为 $0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 已知 10.2 cm 水柱产生的压力为 1.0 kPa , 试估算 293.15 K 时树汁上升的高度。

解: 渗透压差为: