

全国医学高等专科学校辅导教材

医用基础化学

学习指导

(第 3 版)

主编 李荣昌
刘俊义

北京大学医学出版社

全国医学高等专科学校辅导教材

医用基础化学学习指导

(第3版)

主 编 李荣昌 刘俊义

副主编 叶 玲 陈治宇 陈朝军

编 者 (以姓氏笔画为序)

丁 良 河北大学医学部

王 蓓 首都医科大学燕京医学院

叶 玲 首都医科大学

吕以仙 北京大学医学部

刘俊义 北京大学医学部

冯可涵 大庆医学高等专科学校

李荣昌 北京大学医学部

李树椿 北京大学医学部

肖长军 大庆医学高等专科学校

陈治宇 承德医学院

陈朝军 内蒙古医学院

罗素琴 内蒙古医学院

杨晓改 北京大学医学部

夏春辉 齐齐哈尔医学院

潘培韵 上海医药高等专科学校

北京大学医学出版社

林姓呈献刘李薛李李高李国国全

图书在版编目 (CIP) 数据

医用基础化学学习指导/李荣昌, 刘俊义主编. —3 版.
北京: 北京大学医学出版社, 2008. 6
ISBN 978-7-81116-522-7

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 054216 号

李荣昌 刘俊义 主编

李荣昌 刘俊义 副主编

(中试化学学习指导) 李荣昌 刘俊义 主编

李荣昌 刘俊义 主编

李荣昌 刘俊义 主编

李荣昌 刘俊义 主编

李荣昌 刘俊义 主编

李荣昌 刘俊义 主编

李荣昌 刘俊义 主编

李荣昌 刘俊义 主编

李荣昌 刘俊义 主编

李荣昌 刘俊义 主编

医用基础化学学习指导 (第 3 版)

主 编: 李荣昌 刘俊义

出版发行: 北京大学医学出版社 (电话: 010-82802230)

地 址: (100083) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E - mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 北京东方圣雅印刷有限公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 安 林 责任校对: 金彤文 责任印制: 张京生

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 14.25 字数: 356 千字

版 次: 2008 年 6 月第 3 版 2008 年 6 月第 1 次印刷 印数: 1~5000 册

书 号: ISBN 978-7-81116-522-7

定 价: 25.50 元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

李荣昌 刘俊义 主编

前 言

《医用基础化学学习指导》(第3版)根据吕以仙、李荣昌主编的教育部“十一五”国家级规划教材《医用基础化学》(第3版)的内容,在李荣昌、刘俊义主编的《医用基础化学学习指导》(第2版)的基础上,参考国内外有关教材及从事这方面教学的教师的意见编写而成,是《医用基础化学》(第3版)的配套辅助教材。编写此指导教材的目的是为了使学生更好地学习和掌握主教材的基本概念、理论和知识,培养学生分析问题、解决问题的能力及自学能力。

此指导教材各章的名称及顺序与主教材完全相同。每章内容分为“重点和难点”、“主要知识点”、“典型例题”、“测试题”(少数较难的选做题用“*”标出)及“测试题参考答案”五个部分。编者对理论、概念的阐述简明扼要,在例题、习题的设置中尽量联系实际特别是生命科学的实际,以扩大学生的知识面。在例题、测试题参考答案中,不仅给出了问题的答案,而且指出解决问题的思路。我们期望学生通过此指导教材的学习,能准确地掌握重点,化解难点,深入地了解各章的基本概念、理论、各知识点间的联系,以及解决各种问题的方法。在本书的普通化学部分和有机化学部分之末分别附了两套自我测试题,供学生作自我考核,检查学习效果。

此书由长期从事医学基础化学教学的教师编写。主编为北京大学医学部的李荣昌教授和刘俊义教授。为了使指导教材与主教材更好地匹配,互为补充,主教材《医用基础化学》(第3版)各章的编者同为此指导教材的编者。参加编写的教师有:潘培韵副教授(第一章),李荣昌教授(第二、八章、综合测试题一、二),陈朝军教授(第三章),王蓓讲师(第四章),杨晓改副教授(第五章),夏春辉教授(第六章),冯可涵副教授(第七章),吕以仙教授(第九章、综合测试题三),罗素琴教授(第十章),丁良教授(第十一章),叶玲副教授(第十二章),陈治宇副教授(第十三章),肖长军副教授(第十四章),李树春副教授(第十五章、综合测试题四),刘俊义教授(第十六章)。最后分别由李荣昌(负责第一~第八章)和刘俊义(负责第九~第十六章)修改、定稿。

此书可作为临床医学、口腔、预防医学、护理、营养学等医学专业大专学生的参考教材,也可作为药学专业大专参考教材,还可供其他专业特别是生命科学有关专业的师生参考。

由于我们的水平有限,不妥和错误之处在所难免,恳请广大师生批评指正。

编 者

目 录

第一章 溶液和胶体.....	(1)
第二章 化学热力学和化学动力学基础	(13)
第三章 电解质溶液	(24)
第四章 酸碱滴定法	(39)
第五章 原子结构和分子结构	(53)
第六章 氧化还原与电极电势	(68)
第七章 配位化合物	(83)
第八章 紫外-可见分光光度分析法	(94)
综合测试题一.....	(102)
综合测试题二.....	(108)
第九章 烃.....	(114)
第十章 醇、硫醇、酚和醚.....	(129)
第十一章 醛酮.....	(140)
第十二章 羧酸和羧酸衍生物.....	(151)
第十三章 胺和生物碱.....	(160)
第十四章 杂环化合物.....	(170)
第十五章 旋光性化合物.....	(174)
第十六章 生物分子.....	(186)
综合测试题三.....	(204)
综合测试题四.....	(212)

第一章 溶液和胶体

重点和难点

本章重点是溶液物质的量浓度及质量浓度的计算；渗透压定律及有关的计算。难点是溶液渗透压及渗透浓度的计算；胶团的结构。

主要知识点

一、分散系统和溶液的浓度

一种或几种物质以较小颗粒分散在另一物质中所形成的系统称为分散系统。可根据分散相粒子大小将分散系统分为粗分散系、胶体分散系、分子分散系（溶液）。分散相粒子直径大于 100 nm 的为粗分散系，小于 1 nm 的为分子分散系，在 1~100 nm 之间的为胶体分散系。

溶液由溶剂和溶质组成。由于用途的不同，溶液组成有不同的表示方法。常用的有：

物质的量浓度： $c_B = n_B / V$

式中 n_B 为物质 B 的物质的量， V 为溶液的体积。 c_B 常用的单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 等。

质量浓度： $\rho_B = m_B / V$

式中 m_B 为质量， V 为溶液体积， ρ_B 常用单位为 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 或 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 等。

质量分数： $\omega_B = m_B / m$

式中 m_B 为 B 的质量， m 为混合物或溶液的质量， ω_B 可以小数或百分数表示。

从各种浓度的基本定义出发，可进行各种浓度的换算。如 ρ_B 与 c_B 之间的换算：

$$c_B = \frac{\rho_B}{M_B}$$

上式中 M_B 为溶质 B 的摩尔质量。

又如溶液的稀释： $c_1 V_1 = c_2 V_2$

式中 c_1 和 V_1 表示稀释前溶液的物质的量浓度和体积， c_2 和 V_2 表示稀释后溶液的物质的量浓度和体积。也可以用质量浓度 ρ_B 和质量分数 ω_B 代替物质的量浓度。

二、渗透现象和渗透压

用半透膜将溶液与溶剂或浓溶液与稀溶液隔开时将发生渗透现象。渗透方向总是溶剂由稀溶液（或纯溶剂）一侧向浓溶液一侧转移。渗透的结果是减小了膜两边的浓度差。如果在溶液一侧的液面上施加一压力 Π ，使其恰好能阻止溶剂由纯溶剂一侧向此溶液渗透，这一压力称为此溶液的渗透压，单位为 kPa 或 Pa。溶液渗透压 Π 与温度、浓度有关，按范特荷夫

(van't Hoff) 公式:

$$\Pi = cRT$$

式中, Π 为溶液的渗透压, 单位为 kPa; c 为溶液的物质的量浓度, 单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$; R 为气体常数, 其值为 $8.314 \text{ kPa} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, T 为绝对温度 ($T = 273.15 + t^{\circ}\text{C}$), 单位为 K。

溶液渗透压 Π 与溶液中溶质的质点 (分子或离子) 数目成正比, 与溶质的本性无关。例如 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 蔗糖和 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖的水溶液, 在同样温度下, 两者的渗透压相同。对于强电解质稀溶液, 对范特荷夫公式需加于校正:

$$\Pi = i c R T$$

i 为校正因子。对于 AB 和 A_2B (或 AB_2) 型强电解质稀溶液, 当作粗略近似计算时, 其 i 值分别取 2 和 3。

利用范特荷夫公式可以测定溶质 (特别是大分子) 的相对分子质量 M_B , 因为从范特荷夫公式可得到:

$$M_B = \frac{m_B R T}{\Pi \times V}$$

在医学中, 把具有渗透效应的物质统称为渗透活性物质。医学上常用渗透浓度表示血浆、泪液、细胞内液等体液的渗透压大小, 它是指溶液中渗透活性物质的质点总浓度。可用符号 c_{os} 表示, 其常用单位也是 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 或 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。在计算溶液的渗透浓度时, 应注意, 对于强电解质溶液, 其渗透浓度等于溶液中溶质的离子总浓度; 对于弱电解质, 其渗透浓度等于溶液中未解离的弱电解质分子的浓度和解离出的离子浓度的总合; 而对于非电解质, 其渗透浓度等于其溶液浓度。

溶液渗透压的高低是相对的。医学上的等渗、高渗、低渗溶液是以血浆的渗透压 (或渗透浓度) 为标准确定的。临床上规定渗透浓度在 $280 \sim 320 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 范围内的溶液为等渗溶液; 渗透浓度大于 $320 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液为高渗溶液; 渗透浓度小于 $280 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液为低渗溶液。渗透现象在医学上具有重要意义, 对于维持细胞形态及体内盐水平衡起重要作用。

三、溶胶和大分子溶液

溶胶是多相分散系统, 其分散相是许多原子 (或分子、离子) 构成的固相聚集体, 其粒子的直径在 $1 \sim 100 \text{ nm}$ 之间。溶胶具有丁铎尔 (Tyndall) 现象、布朗运动、电泳等特性。丁铎尔现象是胶粒对入射光的散射造成的。布朗运动是作热运动的介质分子对胶粒从不同方向撞击时, 胶粒由于受力不平衡而产生不规则的运动。布朗运动是对抗胶粒聚结沉降的原因之一。在电场中, 带电胶粒向一定方向运动称为电泳。胶核选择性吸附带电离子或胶粒成分中某些基团的解离是胶粒带电的原因。

带电胶粒彼此排斥及水化膜的保护作用是溶胶具有一定稳定性的原因。电解质可引起溶胶聚沉。电解质中与胶粒电荷相反的离子在溶胶聚沉中起主要作用。

高分子溶液因其分散相粒子直径在 $1 \sim 100 \text{ nm}$ 之间, 所以属于胶体分散系统。但因其分散相粒子与介质间无界面, 是分子分散系, 所以又是稳定的真溶液。高分子溶液的丁铎尔效应很弱。溶剂化作用是高分子溶液稳定的主要原因。用无机盐和某些有机溶剂可使高分子从

溶液中析出。

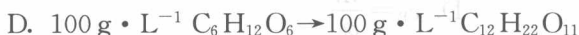
典型例题

1. 将 100 mL $25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的葡萄糖溶液稀释成 500 mL, 求稀释后溶液的质量浓度和物质的量浓度。

$$\text{解: } \rho_1 V_1 = \rho_2 V_2 \quad (25 \text{ g/L}) \times 100 \text{ mL} = \rho_2 \times 500 \text{ mL}$$

$$\rho_2 = 5 \text{ g/L} \quad c_B = \frac{\rho_B}{M_B} = \frac{5 \text{ g/L}}{180 \text{ g/mol}} = 0.028 \text{ mol/L}$$

2. 下列各组溶液用箭头表示的水的渗透方向有错误的是 (D)



3. 测得正常人血浆的渗透浓度为 $304 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$, 今有 500 mL 质量浓度为 $10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的葡萄糖 ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 溶液, 问:

(1) 此溶液的渗透浓度是多少? 是否与血浆等渗?

(2) 需加入多少 g NaCl 才能与血浆等渗? (假定加入 NaCl 后溶液体积变化忽略不计)

解: (1) 葡萄糖为非电解质, 溶液的渗透浓度等于物质的量浓度:

$$c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{\rho(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}{M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)} = \frac{10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}{180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.0556 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$c_{\text{os}}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 0.0556 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 55.6 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

此葡萄糖溶液的渗透浓度比血浆渗透浓度低, 为低渗溶液。

(2) 设需加入 $x \text{ g}$ NaCl 才能与血浆等渗, 而血浆的渗透浓度为 $0.304 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 注意 NaCl 为强电解质, 校正因子 i 为 2, 则

$$c_{\text{os}}(\text{血浆}) = c_{\text{os}}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) + c_{\text{os}}(\text{NaCl})$$

$$0.304 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.0556 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + 2 \times \frac{x \text{ g}}{58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.500 \text{ L}}$$

$$\therefore x = 3.63 \text{ g}$$

需加入 3.63 g NaCl 才能与血浆等渗。

测试题

一、填空题

- 按照分散相粒子的大小可以把分散系统分为_____三大类。注射用葡萄糖水溶液属_____分散系统, 其中葡萄糖是_____, 水是_____。
- 物质的量的符号用_____表示, 单位为摩 (mol), 1 mol 表示系统内含_____个基本单元。
- 当不知道溶质的相对分子质量时, 可用质量浓度 ρ 表示溶液的组成, $\rho = \frac{m}{V}$, 单位

可为_____。

4. 产生渗透现象的必要条件是_____。
5. 溶液渗透压 Π 与浓度 c 及温度 T 的关系是_____。
6. 医学上常用渗透浓度来表示渗透压的大小，临床上把渗透浓度在_____范围内的溶液称为等渗溶液。
7. 溶胶的三大基本性质是指_____、_____和_____。
8. 胶粒带电的主要原因是_____。
9. 溶胶的丁铎尔 (Tyndall) 效应是由于_____，高分子溶液的丁铎尔效应比溶胶_____。
10. 加入大量无机盐使蛋白质从溶液中析出的方法称为_____。

二、选择题

1. 关于胶体分散系，下列说法正确的是
 - A. 其分散相的颗粒直径小于 10 nm
 - B. 其分散相颗粒直径大于 100 nm
 - C. 其分散相颗粒直径小于 100 nm，大于 1 nm
 - D. 其分散介质只能为水
2. 在下列单位中，哪一个是物质的量浓度的单位
 - A. $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$
 - B. $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$
 - C. $\text{mol} \cdot \text{mL}^{-1}$
 - D. $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
3. 物质的量浓度定义为
 - A. $c_B = \frac{n_B}{V}$
 - B. $m_B = \frac{n_B}{V}$
 - C. $c_B = \frac{m}{V}$
 - D. $c_B = \frac{n_B}{m}$
4. 质量浓度 ρ_B ，物质 B 的摩尔质量 M_B 及物质的量浓度 c_B 三间的关系为
 - A. $c_B = \frac{\rho_B}{M_B}$
 - B. $M_B = \rho_B c_B$
 - C. $\rho_B = \frac{c_B}{M_B}$
 - D. $c_B = \frac{M_B}{\rho_B}$
5. 溶液稀释时的计算公式 $c_1 V_1 = c_2 V_2$ ，它表示
 - A. 稀释前后溶剂的物质的量相等
 - B. 稀释前后溶质的物质的量相等
 - C. 稀释前后溶质的物质的量浓度相等
 - D. 稀释前后溶质的质量浓度相等
6. 这里有一份医院化验室给出的血清检验结果：

Terms (项目)	Results (结果)	unit (单位)	Expectation (期待值)
T-Bil (总胆红素)	22.5	$\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	0~18.8
TP (总蛋白)	70	$\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$	60~85
K	4.0	$\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$	3.5~5.5
Na	140	$\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$	135~145

- 下列说法正确的是
 - A. T-Bil, K, Na 都以物质的量浓度表示，TP 以质量浓度表示
 - B. T-Bil, K, Na 都以质量浓度表示，TP 以物质的量浓度表示
 - C. T-Bil, K, Na 都是以非法定浓度单位表示
 - D. TP 是以非法定浓度单位表示
7. 测得 100 mL 某溶液中含有 8 mg Ca^{2+} ，

- 则溶液中 Ca^{2+} 的浓度是
- $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $0.2 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $2 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- 欲配制 $0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液 500 mL, 需取 $1.60 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液体积为
 - 62.5 mL
 - 3.125 L
 - 31.25 mL
 - 312.5 mL
 - 在较早的教材中, 生理盐水的浓度是以质量-体积百分浓度 (m/V) 表示, 它为 0.9% 的 NaCl 溶液, 即 100 mL 溶液中含 NaCl 0.9 g, 则其物质的量浓度 $c(\text{NaCl})$ 为
 - $9.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $0.308 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $0.154 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $0.154 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $0.200 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ CaCl_2 溶液中 Ca^{2+} 的质量浓度 ρ 等于
 - $0.0018 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $22 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $80 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $8 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
 - 将 350 g ZnCl_2 溶于 650 g 水中, Zn 的质量分数 ω_B 为
 - 0.1673
 - 0.0665
 - 0.1817
 - 0.350
 - 将 12.5 g NaCl 溶于水, 配制成 250 mL 溶液, 该溶液的质量浓度 ρ 是
 - $25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $0.050 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $0.025 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
 - 市售新洁尔灭消毒药水的浓度为 5% (V_B/V), 临床用的是 0.1% (V_B/V) 的溶液, 配制 1000 mL 0.1% (V_B/V) 的新洁尔灭溶液, 需 5% (V_B/V) 新洁尔灭消毒药水
 - 2.0 mL
 - 20 mL
 - 200 mL
 - 50 mL
 - 质量分数为 37% 的 HCl 溶液 (密度为 $1.19 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$) 的质量浓度为
 - $440 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $44.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $37.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $11.9 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
 - 配制 $1.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HCl 溶液 1000 mL, 需质量分数为 37% (密度为 $1.19 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$) 的体积为
 - 829 mL
 - 0.829 mL
 - 82.9 mL
 - 119 mL
 - 用只允许水透过不允许溶质粒子透过的半透膜将此溶质的稀溶液与浓溶液隔开, 关于渗透作用下面描述正确的是
 - 水从浓溶液向稀溶液渗透, 最后达到平衡
 - 水从稀溶液向浓溶液渗透, 最后达到平衡
 - 水从稀溶液向浓溶液渗透, 不能达到平衡
 - 水分子能自由透过半透膜, 所以不会发生渗透
 - 反向渗透可用于海水淡化。当用一坚固的半透膜 (只允许水透过) 将海水与纯水隔开, 要制备纯水需
 - 在海水一侧加一小于海水渗透压的压力
 - 不需外加任何压力, 任其自由渗透

- C. 在纯水一侧加压
- D. 在海水一侧加一大于海水渗透压的压力
18. 渗透压与溶液浓度及温度的关系式: $\Pi = cRT$, 下列表述中正确的是
- A. c 单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, R 为 $8.314 \text{ kPa} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, T 为绝对温度, 则 Π 的单位为 kPa
- B. c 单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, R 为 $8.314 \text{ kPa} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, T 为绝对温度, 则 Π 的单位为 Pa
- C. c 单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, R 为 $8.314 \text{ kPa} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, T 为绝对温度, 则 Π 的单位为大气压 (atm)
- D. c 单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, R 为 $8.314 \text{ kPa} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, T 为绝对温度, 则 Π 的单位为 J
19. 关于溶液渗透压与温度的关系, 下列说法中正确的是
- A. 与温度无关
- B. 温度越高, 渗透压越小
- C. 当溶液浓度固定时, 温度越高, 渗透压越大
- D. 渗透压与温度的关系无规律可循
20. 若下列四种稀溶液的质量浓度均为 $10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, 则渗透压最大的是
- A. 葡萄糖 ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 溶液
- B. NaCl 溶液
- C. 蔗糖 ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) 溶液
- D. CaCl_2 溶液
21. 两种稀溶液的渗透压相等, 则
- A. 两溶液的物质的量浓度 c_B 相等
- B. 两溶液的质量浓度 ρ_B 相等
- C. 两溶液的溶质的质量分数 ω_B 相等
- D. 两溶液的渗透浓度 c_{os} 相等
- (提示: 按渗透压定律 $\Pi = i c_B RT$, 当两种稀溶液的渗透压相等时有 $i_1 c_{B,1} RT = i_2 c_{B,2} RT$, 因温度 T 相同, 所以 $i_1 c_{B,1} = i_2 c_{B,2}$, 如果两种物质类型不同, 如一种为强电解质, 另一种为非电解质; 或一种为 AB 型强电解质, 另一种为 A_2B 型强电解质, 则 i_1 和 i_2 不同, $c_{B,1}$ 和 $c_{B,2}$ 也可能不等。因此不能选 A)
22. 25°C , $0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的葡萄糖 ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 溶液的渗透压为
- A. 25 kPa
- B. 248 Pa
- C. 248 kPa
- D. 496 Pa
23. 正常人血浆的渗透浓度 c_{os} 范围为
- A. $280 \sim 320 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
- B. $250 \sim 350 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
- C. $320 \sim 760 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
- D. $28 \sim 32 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
24. 按照医学中的习惯, 体液的渗透压可分为晶体渗透压和胶体渗透压, 关于这两种渗透压, 下面说法正确的是
- A. 体液中的小分子、离子产生胶体渗透压
- B. 体液中的大分子产生晶体渗透压
- C. 体液中的小分子、离子产生晶体渗透压, 大分子产生胶体渗透压
- D. 在血浆总渗透压 (约 766 kPa) 中胶体渗透压占绝大部分
25. 在 37°C , $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液的渗透压为
- A. 515.4 kPa
- B. 257.7 kPa
- C. 515.4 Pa
- D. 44.8 kPa
26. 37°C 时血液的渗透压为 775 kPa , 与血液具有相同渗透压的葡萄糖静脉注射液的浓度为
- A. $0.47 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- B. $0.030 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- C. $0.301 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- D. $0.047 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
27. 生理盐水 ($9 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaCl}$) 的渗透浓度

- 等于
- Na^+ 的渗透浓度
 - Cl^- 的渗透浓度
 - Na^+ 的渗透浓度与 Cl^- 的渗透浓度之差
 - Na^+ 的渗透浓度与 Cl^- 的渗透浓度之和
28. 红细胞放入下面溶液中, 导致溶血的溶液是
- $9.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaCl}$
 - $0.09 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaCl}$
 - $50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液
 - $100 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液
29. 红细胞放入下面溶液中, 导致细胞皱缩的溶液是
- $10.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ($M_r=147$)
 - $12.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaHCO}_3$ ($M_r=84.0$)
 - $50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液 ($M_r=180$)
 - $112 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}$ ($M_r=112$)
- (提示: NaHCO_3 解离成 Na^+ 和 HCO_3^- , HCO_3^- 的解离可忽略, 而 $\text{C}_3\text{H}_5\text{ONa}$ 解离成 Na^+ 和 $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3^-$)
30. 溶胶的丁铎尔 (Tyndall) 现象是胶粒对光的
- 散射作用
 - 反射作用
 - 折射作用
 - 透射作用
31. 扩散和沉降都是溶胶动力学性质, 下面的说法正确的是
- 溶胶扩散作用使溶胶趋于稳定, 而沉降作用使溶胶不稳定
 - 溶胶扩散作用使溶胶不稳定, 而沉降作用使溶胶稳定
 - 对溶胶稳定性的影响, 扩散作用与沉降作用是一致的
 - 当达到沉降平衡时, 胶粒呈均匀分布
32. 在电场中, 胶粒在分散介质中定向移动, 这称为
- 电泳
 - 电渗
 - 扩散
 - 电解
33. 溶胶在一定时间内能稳定存在而不聚沉主要是因为
- 溶胶的分散相粒子比分子还小
 - 溶胶的分散相粒子很大, 扩散速度慢
 - 溶胶胶粒呈均匀分布, 是均相系统
 - 胶粒带电荷, 相互排斥; 胶粒带有水化膜保护, 阻止彼此碰撞时聚结沉淀
34. 对于胶团 $[(\text{AgI})_m \cdot n\text{Ag}^+ \cdot (n-x)\text{NO}_3^-]^{x+} \cdot x\text{NO}_3^-$, 下列说法错误的是
- $(\text{AgI})_m$ 是胶核
 - Ag^+ 是吸附离子
 - NO_3^- 是反离子
 - $m=n+x$
35. 如聚沉 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶 (正溶胶) 下列电解质中沉聚能力最大的是
- AlCl_3
 - NaNO_3
 - Na_2SO_4
 - Na_3PO_4
36. 如聚沉 As_2S_3 溶胶 (负溶胶) 下列电解质中沉聚能力最大的是
- AlCl_3
 - KNO_3
 - K_2SO_4
 - K_3PO_4
37. 关于高分子溶液的性质, 下列描述中错误的是
- 高分子溶液是均相系统, 真溶液
 - 高分子溶液不会自发聚结沉淀, 性质稳定
 - 丁铎尔 (Tyndall) 现象明显
 - 扩散慢

38. 高分子溶液属于胶体溶液主要是因为
- 它的分散相粒子直径在 $1\text{ nm} \sim 100\text{ nm}$ 之间
 - 性质稳定
 - 扩散慢
 - 高分子水化作用强
39. 下列物质中常用于盐析的是
- CaCl_2
 - NaNO_3
 - $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
 - MgCl_2
40. 大分子物质的分子量可以通过测定大分子溶液的渗透压确定。如 1.00 g 某蛋白质溶于水中配制成 100 mL 溶液, 27°C 测得其渗透压为 0.37 kPa , 则此蛋白质的相对分子质量是
- 6.7×10^3
 - 6.7×10^4
 - 6.7×10^6
 - 1.0×10^6
41. 两个与血浆等渗的溶液以任意比例混合, 所得混合溶液为
- 低渗溶液
 - 高渗溶液
 - 等渗溶液
 - 无法判断
- * 42. 制备 AgBr 溶胶的反应为: $\text{AgNO}_3 + \text{KBr} \longrightarrow \text{AgBr} + \text{KNO}_3$, 如 KBr 过量, 则胶粒
- 带正电荷
 - 带负电荷
 - 呈电中性
 - 无法判断
- (提示: AgBr 沉淀将优先选择性吸附溶液中过量的、与自身组成中某种成分相同的离子, 在这里是 Br^- 离子, 按静电相互作用原理, 在这些负离子周围将排列电量相等的正离子 (K^+), 但有一部分 K^+ 离子由于热运动离开吸附层, 形成扩散层, 因此应选 B)。

三、是非题

- 摩 (mol) 是物质的质量单位。
- 用 c_B 表示物质质量的浓度时必须指出基本单元。
- $0.01\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的蔗糖溶液与 $0.01\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液具有相同的渗透浓度。
- 因 $c = \Pi/RT$, 通过测定一定温度下的渗透压 Π 即可求出溶质粒子的渗透总浓度, 即此处的 $c = c_{\text{os}}$ 。
- 两个等渗溶液只有以等体积相混合才能得到等渗溶液。
- 渗透压较高的溶液其溶质的物质的量浓度一定大。
- 高分子溶液属于均相系统, 是真溶液。
- 由于胶团带电, 所以溶胶在电场中可产生电泳现象。
- 溶剂透过半透膜向溶液渗透的压力称为渗透压。
- 渗透方向是溶剂分子由高渗透浓度的溶液向低渗透浓度溶液渗透。

四、计算题

- 市售盐酸溶液 HCl 的质量分数为 0.37 , 密度为 $1.19\text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$, 求其质量浓度 ρ_B 和物质的量浓度 c_B 。
- 用体积分数 ($V/V_{\text{总}}$) 为 0.95 的酒精溶液, 配制 500 mL 体积分数为 0.75 的消毒酒精溶液, 需取 0.95 的酒精溶液多少 mL ?

3. 某患者需补 0.10 mol Na^+ , 应补多少克 NaCl , 若用生理盐水 ($9.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaCl}$) 溶液, 则需要多少 mL ?
4. 计算下列各溶液在 37°C 时的渗透压:
 - (1) $10.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 蔗糖 ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) 溶液;
 - (2) $10.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{KCl}$ 溶液;
 - (3) $10.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{CaCl}_2$ 溶液。
5. 将 0.500 g 某蛋白溶于水, 制备成 100 mL 溶液, 在 25°C 测得此溶液的渗透压为 0.717 kPa , 试求此蛋白的相对分子质量。
6. 将 $10 \text{ mL } 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KBr}$ 溶液和 $100 \text{ mL } 0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{AgNO}_3$ 溶液混合制备 AgBr 溶胶, 试写出 AgBr 溶胶的胶团结构式, 并指出溶胶中胶粒的电泳方向。
7. 今有质量浓度为 $500 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的葡萄糖 ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 溶液和 $125 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaHCO}_3$ 溶液, 分别求其物质的量浓度; 如稀释 10 倍, 求其渗透浓度, 这两种溶液是否与血浆等渗。
8. 将 $100 \text{ mL } 9 \text{ g/L NaCl}$ 和 $200 \text{ mL } 50 \text{ g/L C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 混合, 求混合后溶液的渗透浓度。
9. 蛙肌细胞内液的渗透浓度为 $240 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$, 若将此蛙肌细胞分别置于 $10.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $7.00 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $3.00 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaCl}$ 溶液中, 将各呈现什么形态?
10. 测得 37°C 时人泪液的渗透压为 720 kPa , 求此泪液的渗透浓度。

参考答案

一、填空题

1. 分子分散系、胶体分散系及胶体 分子 分散相 分散介质
2. n_B 6.022×10^{23}
3. m_B/V $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$
4. 有半透膜, 半透膜两侧溶液有浓度差
5. $\Pi = cRT$
6. $280 \sim 320 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
7. 电学性质 光学性质 动力学性质
8. 选择性吸附和胶粒表面基团电离
9. 胶粒对入射光的散射 弱
10. 盐析

二、选择题

- | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. C | 2. D | 3. A | 4. A | 5. B | 6. A | 7. C | 8. C |
| 9. C | 10. D | 11. A | 12. B | 13. B | 14. A | 15. C | 16. B |
| 17. D | 18. A | 19. C | 20. B | 21. D | 22. C | 23. A | 24. C |
| 25. A | 26. C | 27. D | 28. B | 29. D | 30. A | 31. A | 32. A |
| 33. D | 34. D | 35. D | 36. A | 37. C | 38. A | 39. C | 40. B |
| 41. C | 42. B | | | | | | |

三、是非题

1. × 2. √ 3. √ 4. √ 5. × 6. × 7. √ 8. × 9. × 10. ×

四、计算题

1. 解析: 质量分数不涉及溶液体积, 而质量浓度 ρ_B 和物质的量浓度 c_B 均与溶液体积有关, 两者要靠溶液密度联系起来。先求 ρ_B , 再通过 ρ_B 与 c_B 的关系求 c_B 。

解: $\rho(\text{HCl}) = (0.37 \times 1.19 \text{ kg/L}) \times 1000 \text{ g/kg} = 440.3 \text{ g/L}$

$$c(\text{HCl}) = \frac{\rho(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{440.3 \text{ g/L}}{36.5 \text{ g/mol}} = 12.1 \text{ mol/L}$$

2. 解: 这相当于溶液的稀释, 设需取 0.95(ϕ_1) 的酒精溶液为 $V_1(\text{mL})$, 用水稀释至 V_2 (即 500 mL), 则

$$\phi_1 \times V_1 = \phi_2 \times V_2$$

$$V_1 = \frac{\phi_2 \times V_2}{\phi_1} = \frac{0.75 \times 500 \text{ mL}}{0.95} = 395 \text{ mL}$$

3. 解: 因 $n \text{ mol NaCl}$ 中含 $n \text{ mol Na}^+$, 所以需补 0.10 mol Na^+ 即需补 0.10 mol NaCl , $M(\text{NaCl}) = 58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

需补 NaCl 的质量 $m = 0.10 \text{ mol} \times 58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 5.85 \text{ g}$

$$\rho(\text{NaCl}) = 9.0 \text{ g/L}$$

$$\because \rho_B = \frac{m_B}{V} \quad \therefore V = \frac{m_B}{\rho_B} = \frac{5.85 \text{ g}}{9.0 \text{ g/L}} = 0.65 \text{ L} = 650 \text{ mL}$$

4. 解析: 题中给出的都是质量浓度 ρ_B , 而溶液的渗透压公式 $\Pi = i c_B R T$ 中, c_B 是物质的量浓度, 需将 ρ_B 换算成 c_B ; 要注意公式中 i 为校正因子, 与物质性质有关, 非电解质 $i=1$, A-B 型和 AB_2 型强电解质 i 分别为 2 和 3。

解: (1) $\because$ 蔗糖 ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) 溶液的浓度 $c = \rho/M$,

$$\therefore c = 10.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} / (342 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) = 0.0294 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

蔗糖 ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) 是非电解质, 据渗透压公式:

$$\Pi = cRT$$

$$= 0.0294 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 8.314 \text{ kPa} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times (273 + 37) \text{ K} = 75.8 \text{ kPa}$$

$$(2) \text{ KCl 溶液的浓度 } c = \rho/M = 10.0/74.5 = 0.134 \text{ (mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

KCl 是 A-B 型强电解质, $i=2$

$$\Pi = i c R T = 2 c R T = 2 \times 0.134 \times 8.314 \times (273 + 37) = 691 \text{ (kPa)}$$

$$(3) \text{ CaCl}_2 \text{ 溶液的浓度 } c = \rho/M = 10.0/111 = 0.0900 \text{ (mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

CaCl_2 是 A-B₂ 型强电解质, $i=3$

$$\Pi = i c R T = 3 c R T = 3 \times 0.0900 \times 8.314 \times (273 + 37) = 696 \text{ (kPa)}$$

5. 解: 由渗透压公式可得

$$M_B = \frac{m_B R T}{\Pi \times V}$$

$$M_B = \frac{0.500 \text{ g} \times 8.314 \text{ kPa} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 298 \text{ K}}{0.717 \text{ kPa} \times 0.100 \text{ L}} = 1.73 \times 10^4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

6. 解: 制备 AgBr 溶胶的反应为: $\text{AgNO}_3 + \text{KBr} = \text{AgBr} + \text{KNO}_3$

$$\text{因 } n(\text{KBr}) = 0.010 \text{ L} \times 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.1 (\text{mmol})$$

$$n(\text{AgNO}_3) = 0.10 \text{ L} \times 0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 4 (\text{mmol})$$

所以 AgNO_3 过量, 形成的胶核 AgBr 将优先选择吸附溶液中过量的 Ag^+ 离子, 形成正溶胶。胶团结构为:



因胶粒带正电, 电泳时胶粒向负极移动。

7. 解:

$$c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \rho/M = 500/180 = 2.78 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

$$c(\text{NaHCO}_3) = \rho/M = 125/84 = 1.49 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

稀释 10 倍后

$$c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 2.78/10 = 0.278 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

$$c(\text{NaHCO}_3) = 1.49/10 = 0.149 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

因葡萄糖为非电解质, 其物质的量浓度与渗透浓度相等, 所以

$$c_{\text{os}}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 0.278 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}) = 278 (\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1})$$

NaHCO_3 可以看成 A-B 型强电解质 (HCO_3^- 的电离可忽略) 所以

$$\begin{aligned} c_{\text{os}}(\text{NaHCO}_3) &= 2c(\text{NaHCO}_3) = 2 \times 0.149 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}) = 0.298 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}) \\ &= 298 (\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}) \end{aligned}$$

这两个溶液都与血浆等渗。

8. 解: 设第 1 种溶液体积为 V_1 , 混合后溶液浓度为 $c'(\text{NaCl})$, 第 2 种溶液体积为 V_2 , 混合后溶液浓度为 $c'(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)$, 则混合液的渗透浓度为 c_{os}

$$\begin{aligned} c'(\text{NaCl}) &= \frac{c(\text{NaCl}) \times V_1(\text{NaCl})}{V_1 + V_2} = \frac{[(9.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}) / (58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1})] \times 100 \text{ mL}}{(100 + 200) \text{ mL}} \\ &= 51.28 \text{ mmol/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c'(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) &= \frac{c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) \times V_2(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}{V_1 + V_2} \\ &= \frac{[(50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}) / (180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1})] \times 200 \text{ mL}}{(100 + 200) \text{ mL}} = 185.19 \text{ mmol/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c_{\text{os}} &= c_{\text{os1}} + c_{\text{os2}} = 2 \times c'(\text{NaCl}) + c'(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) \\ &= 2 \times 51.28 \text{ mmol/L} + 185.19 \text{ mmol/L} = 287.75 \text{ mmol/L} \end{aligned}$$

所以, 得到的混合液仍为等渗溶液。

9. 解: $10.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, $7.00 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $3.00 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 三种溶液的渗透浓度 c_{os} 分别为:

$$c_{\text{os},1}(\text{NaCl}) = 2 \times \frac{10.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}{58.5 (\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})} = 0.342 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 342 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$c_{\text{os},2}(\text{NaCl}) = 2 \times \frac{7.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}{58.5 (\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})} = 0.240 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 240 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$c_{\text{os},3}(\text{NaCl}) = 2 \times \frac{3.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}{58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.103 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 103 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

所以, 与蛙肌细胞内液的渗透浓度比较, $10.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液为高渗溶液, 蛙肌细胞在其中呈皱缩状态; $7.00 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液为等渗溶液, 蛙肌细胞在其中呈正常状态;

3.00 g · L⁻¹ NaCl 溶液为低渗溶液,蛙肌细胞在其中呈溶胀状态。

10. 解: 设此泪液的渗透浓度 c_{os} , 据渗透压定律:

$$\Pi = c_{os}RT$$

$$c_{os} = \frac{\Pi}{RT}$$

$$c_{os} = \frac{720}{8.314(273 + 37)} = 0.279(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}) = 279 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

所以泪液的渗透浓度 c_{os} 为 279 mmol · L⁻¹。注意, 渗透浓度 c_{os} 是溶液中产生渗透效应的各种溶质粒子(分子、离子等)的浓度的加合, 代入渗透压公式 $\Pi = c_{os}RT$ 时, 不必再加校正因子 i 。