




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

全国高等学校医学成人学历教育（专科起点升本科）配套教材

● 供临床、预防、口腔、护理、检验、影像等专业用



# 医用化学

## 学习指导与习题集

主 编 / 张锦楠

副主编 / 张 枫



人民卫生出版社  
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

全国高等学校医学成人学历教育(专科起点升本科)配套教材  
供临床、预防、口腔、护理、检验、影像等专业用

# 医用化学 学习指导与习题集

主 编 张锦楠

副主编 张 枫

编 者 (以姓氏笔画为序)

马汝海 (中国医科大学)	郭进武 (河南科技大学)
石秀梅 (牡丹江医学院)	袁亚莉 (湖南南华大学)
孙学斌 (哈尔滨医科大学)	秦志强 (山西长治医学院)
张 枫 (首都医科大学)	解永岩 (安徽医科大学)
张锦楠 (首都医科大学)	薛春兰 (天津医科大学)
赵福岐 (山东泰山医学院)	

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

医用化学学习指导与习题集/张锦楠主编. —北京:  
人民卫生出版社, 2007.10

ISBN 978-7-117-09148-0

I. 医… II. 张… III. 医用化学-高等教育: 成人  
教育-教学参考资料 IV. R313

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 126638 号

医用化学学习指导与习题集

主 编: 张锦楠

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](mailto:pmph@pmph.com)

购书热线: 010-67605754 010-65264830

印 刷: 潮河印业有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 15.25

字 数: 352 千字

版 次: 2007 年 10 月第 1 版 2007 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-09148-0/R·9149

定 价: 22.00 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)



## 前 言

根据全国高等医药教材建设研究会和卫生部教材办公室于2006年8月在沈阳召开的“全国高等学校医学成人学历教育卫生部规划教材修订会议”的精神，本着医学成人学历教育教材的编写思想和要求，我们编写了《医用化学学习指导与习题集》。

本书是为配合全国高等学校医学成人学历专科起点升本科（专科）教育教材《医用化学》（张锦楠主编）而编写的教学参考书。全书编排顺序与《医用化学》相同，书中详细给出了每一章的学习要求、重点内容、本章节相关习题、教材习题参考答案以及综合练习题共5部分内容：

[学习要求]：各章的教学大纲、学习目的和要求。

[重点内容]：简明概述了各章的学习要点及主要知识点，给出了应掌握的基本概念、定义、重要内容及常用公式。

[习题]：根据每章重点内容编写的思考题、简答题、计算题、完成反应、鉴别及推导结构等多种题型的习题，以及习题的详细解答和演算。

[教材习题参考答案]：此部分简单给出了教材中每章习题的答案。

[综合练习]：本书精选了4套基础化学综合练习题和4套有机化学综合练习题。它相当于课程结束后自我水平测试题，并给出了答案。可供教师和学生在学习与复习时参考。

本书各章内容的编者与《医用化学》一书的完全相同。基础化学部分由张锦楠统稿，有机化学部分由张枫统稿。在本书的编写过程中，得到了人民卫生出版社编辑们的指导与帮助，在此表示深深的感谢。

由于编者水平和编写时间所限，书中错误与不当之处在所难免，敬请同行和读者批评指正。

编 者

2007年7月



## 目 录

第一章	溶液	1
第二章	原子结构与分子结构	12
第三章	化学热力学基础	20
第四章	化学反应速率和化学平衡	27
第五章	电解质溶液	34
第六章	氧化还原反应与电极电势	45
第七章	配位化合物	55
第八章	滴定分析	64
第九章	分光光度法	74
第十章	有机化合物概述	80
第十一章	烷烃和环烷烃	84
第十二章	烯烃和炔烃	92
第十三章	对映异构	102
第十四章	芳香烃	114
第十五章	卤代烃	125
第十六章	醇、酚、醚	137
第十七章	醛、酮、醌	146
第十八章	羧酸、取代羧酸和羧酸衍生物	154
第十九章	胺和杂环化合物	166

第二十章 生物分子.....	177
基础化学部分.....	186
综合试题一.....	186
综合试题二.....	190
综合试题三.....	194
综合试题四.....	198
答案.....	201
有机化学部分.....	209
综合试题一.....	209
综合试题二.....	213
综合试题三.....	217
综合试题四.....	222
答案.....	227



# 第一章

## 溶 液

### [学习要求]

1. 掌握分散系的定义和分类方法。
2. 掌握质量分数、体积分数、质量浓度、物质的量浓度等溶液组成标度的定义、表示方法和计算。
3. 熟悉产生渗透现象的条件和渗透压的概念，掌握渗透压与浓度、温度的关系及有关计算。掌握渗透浓度的计算及渗透压在医学上的应用。
4. 了解溶胶的基本性质，掌握溶胶胶团的结构，熟悉溶胶的稳定因素与聚沉。
5. 掌握高分子溶液与溶胶性质上的差异，熟悉电解质对蛋白质的盐析作用，了解高分子对溶胶的絮凝作用和保护作用。
6. 了解凝胶的形成及凝胶的性质。

### [重点内容]

#### 1. 分散系及其分类

一种或数种物质分散在另一种物质中所形成的系统称为分散系统，简称分散系。在分散系中，被分散的物质称为分散相，容纳分散相的物质称为分散介质。

按分散相粒子直径的大小，可将分散系分为分子分散系、胶体分散系和粗分散系三类。分子分散系的分散相粒子直径小于 1nm，是均相分散系；胶体分散系的分散相粒子直径在 1 ~ 100nm 之间，分为溶胶和高分子溶液，其中溶胶是高度分散的非均相分散系，高分子溶液是均相分散系；粗分散系的分散相粒子直径大于 100nm，是非均相分散系。

#### 2. 溶液组成的表示方法

B 的质量分数定义为： $\omega_B \stackrel{\text{def}}{=} \frac{m_B}{m}$ 。 $\omega_B$  的量纲为一，其 SI 单位为 1。

B 的体积分数定义为： $\varphi_B \stackrel{\text{def}}{=} \frac{V_B}{V}$ 。 $\varphi_B$  的量纲为一，其 SI 单位为 1。

B 的质量浓度定义为： $\rho_B \stackrel{\text{def}}{=} \frac{m_B}{V}$ 。 $\rho_B$  的 SI 单位为千克每立方米，符号为  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ 。医学上常用单位为  $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  和  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

B 的物质的量浓度定义为： $c_B \stackrel{\text{def}}{=} \frac{n_B}{V}$ 。 $c_B$  的 SI 单位为摩尔每立方米，符号为  $\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}$ 。医学上常用单位为  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  和  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

物质的量浓度可简称为浓度，使用时与物质的量一样，应注明基本单元。基本单元应该用粒子的符号、物质的化学式或它们的特定组合来表示，可以是原子、分子、离子等粒子，或是这些粒子的特定组合。

质量浓度与 B 的浓度之间的关系为： $\rho_B = c_B M_B$ 。

### 3. 溶液的渗透压

溶剂分子通过半透膜进入到溶液中的现象称为渗透。渗透现象产生的原因，是由于半透膜两侧单位体积内溶剂分子数目不相等。渗透平衡时半透膜两侧溶剂分子进出的速率相等。

渗透现象的发生必须具备两个条件：一是有半透膜存在；二是半透膜两侧单位体积中溶剂分子数目不相等。渗透的方向是溶剂分子从纯溶剂一侧向溶液一侧渗透，或从稀溶液一侧向浓溶液一侧渗透。使渗透逆向进行的过程称为反向渗透。

恰好能阻止渗透进行而施加于溶液液面上的额外压力称为该溶液的渗透压。渗透压用符号  $\Pi$  表示，其 SI 单位是帕 Pa 或千帕 kPa。

Van't Hoff 方程是指在一定温度下，非电解质稀溶液的渗透压与单位体积溶液中溶质的质点数成正比，即与溶液的浓度成正比，而与溶质的本性无关：

$$\Pi V = n_B RT \quad \text{或} \quad \Pi = c_B RT \approx b_B RT$$

电解质溶液产生的渗透压的计算公式为： $\Pi = ic_B RT$

通过测定溶液的渗透压，可以计算溶质的摩尔质量： $M_B = \frac{m_B RT}{\Pi V}$

溶液中能产生渗透效应的溶质粒子（分子、离子）统称为渗透活性物质。渗透浓度定义为渗透活性物质的物质的量除以溶液的体积，符号为： $c_{B,Os}$ ； $c_{B,Os} \stackrel{\text{def}}{=} \frac{n}{V}$ 。SI 单位为  $\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}$ ，医学上常用单位为  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  或  $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

医学上常用渗透浓度来间接表示溶液渗透压的大小。医学上规定：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；渗透浓度小于  $280 \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  的溶液为低渗溶液；渗透浓度大于  $320 \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  的溶液为高渗溶液。

血液等生物体液是由电解质、小分子物质和高分子物质溶解于水而形成的复杂的混合体系。在医学上，习惯上把电解质和小分子物质统称为晶体物质，由这些晶体物质所产生的渗透压称为晶体渗透压，约占血浆总渗透压的 99.5%；而把高分子物质统称为胶体物质，由这些胶体物质所产生的渗透压称为胶体渗透压，约占血浆总渗透压的 0.5%。

### 4. 溶胶

溶胶是由大量的分子或离子组成的聚集体分散在分散介质中形成的胶体分散系，



其分散相粒子（胶粒）的直径大小在 1 ~ 100nm 之间，在分散相和分散介质之间存在有相界面，在热力学上属于不稳定的多相系统。由于溶胶所具有的高度的分散性、多相性和聚结不稳定性，导致了溶胶在光学、动力学和电学等方面具有许多的特殊性质。

**Tyndall 现象：**当光束照射到溶胶上时，由于溶胶的分散相粒子的直径在 1 ~ 100nm 之间，略小于可见光的波长（400 ~ 760nm），因此当光照射溶胶时，光波绕过粒子向各个方向散射出去，散射出来的光称为散射光，也叫乳光。Tyndall 现象是溶胶所特有的光学性质。

**Brown 运动：**溶胶粒子的 Brown 运动是由于分散相粒子（胶粒）受到处于热运动的分散介质分子撞击，其合力不为零而引起的。Brown 运动随温度的升高、胶粒质量的减小而加剧，与分散相粒子的化学性质无关。

溶胶是高度分散的多相系统，从热力学角度上说是不稳定系统，每个胶粒都有自发聚集的趋势。当胶粒的密度大于分散介质的密度时，在重力的作用下将沉降下来，当扩散速率与沉降速率相等时，达到沉降平衡。

在外电场作用下，带电质点在分散介质中的定向移动称为电泳。溶胶粒子在电场作用下能产生电泳运动，说明胶粒带有电荷。在外电场作用下，分散介质的定向移动称为电渗。

溶胶的分散相粒子带电的原因，一是胶核的选择吸附，即胶核优先地选择吸附与其组成类似的离子；二是胶粒表面分子的解离。

溶胶的许多性质与分散相粒子的内部结构有关。胶团从内向外由胶核、吸附层和扩散层组成，胶核与吸附层构成胶粒，胶粒与扩散层合在一起构成胶团。

即使制备溶胶的原料相同，也会因制备条件不同，形成不同的结构。如用  $\text{AgNO}_3$  稀溶液与  $\text{KI}$  稀溶液混合制备  $\text{AgI}$  溶胶，会因  $\text{KI}$  过量或  $\text{AgNO}_3$  溶液过量，得到两种不同的  $\text{AgI}$  溶胶。

溶胶经过纯化后在一定条件下，能稳定地存在相当长的时间称为溶胶的稳定性。溶胶能够保持一定的相对稳定性的主要原因是胶粒带电、溶剂化作用和 Brown 运动。其中胶粒带电是大多数溶胶能稳定存在的主要原因。

溶胶的稳定性是相对的，有条件的，加入电解质、加热或将两种带相反电荷的溶胶混合，都可使溶胶产生聚沉。

## 5. 高分子溶液和凝胶

高分子一般是指分子直径在 1 ~ 100nm，相对分子质量在  $10^4$  以上的化合物。高分子化合物的性质在很大程度上取决于自身的结构特点及其在分散介质中的存在状态。某些性质与溶胶相类似，但又有着本质上的不同。

因加入大量电解质使蛋白质从溶液中沉淀析出的作用称为盐析。发生盐析的主要原因是去溶剂化作用。

在溶胶中加入少量的可溶性高分子，可导致溶胶迅速生成棉絮状沉淀，这种现象称为高分子对溶胶的絮凝作用。相反的，当溶胶中加入足够量的高分子时，却能显著地提高溶胶的稳定性，这种现象称为高分子对溶胶的保护作用。

在一定条件下，高分子溶液的粘度会逐渐变大，最后失去流动性，形成具有网状

结构的弹性半固态物质，这个过程称为胶凝，所形成的立体网状结构物质称为凝胶。形成凝胶的条件：首先是高分子或胶粒必须具有线形结构，其次是与浓度、温度、时间等因素有关。

凝胶可分为刚性凝胶和弹性凝胶两大类。

把干燥的弹性凝胶放于合适的液体中，它会自动吸收液体而使其体积增大的现象称为溶胀。影响凝胶溶胀的外因有温度、介质的 pH 及溶液中电解质的存在等。

在凝胶溶胀吸收的水中，有一部分与凝胶结合得相当牢固，这部分水称结合水。将凝胶放置一段时间，一部分液体会自动从凝胶中分离出来，凝胶的体积也逐渐缩小，这种现象称为离浆。

## [习题]

### 一、单项选择题

1. 25℃时，将 65ml 乙醇与 15ml 甲醇、10ml 水混合，得到 88.6ml 醇的混合溶液，则乙醇的体积分数为：

- A. 0.73                      B. 0.81                      C. 0.72                      D. 0.87

2. 临床上纠正酸中毒时，常用 11.2% ( $\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ ) 乳酸钠 ( $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}$ ) 针剂，此针剂的物质的量浓度是：

- A.  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$               B.  $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$               C.  $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$                   D.  $2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

3. 已知某硫酸溶液的  $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98\%$ ， $\rho = 1.84\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ，则  $c(\text{H}_2\text{SO}_4)$  为 ( $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ )：

- A. 18.4                      B. 1.84                      C. 36.8                      D. 3.68

4. 600ml 生理盐水 ( $9.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ， $M_{\text{NaCl}} = 58.5$ ) 中  $\text{Na}^+$  的渗透浓度为：

- A.  $616\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$               B.  $77\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$               C.  $308\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$               D.  $154\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$

5. 27℃时，把青蛙肌肉细胞放在  $0.3\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的 NaCl 溶液中观察到肌肉细胞收缩，是因为：

- A. 细胞内液的渗透压大于 NaCl 溶液      B. NaCl 溶液的渗透压大于细胞内液  
C. 细胞内液中没有 NaCl 分子              D. NaCl 是电解质

6. 下列各组溶液中，在相同温度下，渗透压相等的是：

- A.  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{CaCl}_2$  与  $0.3\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{MgSO}_4$   
B.  $0.3\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  葡萄糖与  $0.6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  蔗糖  
C.  $0.4\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  葡萄糖与  $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{CaCl}_2$   
D.  $0.12\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{CaCl}_2$  与  $0.18\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaCl}$

7. 用半透膜将  $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液与  $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaCl}$  溶液隔开时：

- A. 水分子由  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液向 NaCl 溶液渗透  
B. 不发生渗透现象  
C. 水分子由 NaCl 溶液向  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液渗透  
D. 无法确定水分子的渗透方向

8. 下述溶液中，与正常人血浆不等渗的是：

- A.  $9.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  NaCl  
 B.  $100\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  蔗糖 ( $M=342$ )  
 C.  $50\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  葡萄糖  
 D. 生理盐水和等体积的水的混合液
9. 下列各溶液分别大量输入人体时, 会引起溶血现象的是:  
 A. 10% 葡萄糖溶液 ( $M=180$ )  
 B. 10% 蔗糖溶液 ( $M=342$ )  
 C. 0.9% NaCl 溶液  
 D. 0.9% 乳酸钠溶液 ( $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}$ ) ( $M=112$ )
10. 将红细胞置于体积比为 1:2 的生理盐水和  $50\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  葡萄糖溶液的混合溶液中, 红细胞将:  
 A. 皱缩                      B. 膨胀                      C. 不受影响                      D. 无法判断
11. 区别溶胶与分子分散系、高分子溶液和粗分散系最常用的简单方法是:  
 A. 观察能否透过半透膜                      B. 超显微镜测定粒子大小  
 C. 观察电泳方向                      D. 观察 Tyndall 效应强弱
12. 溶胶属于:  
 A. 热力学和动力学上皆属稳定的系统  
 B. 热力学和动力学上皆属不稳定的系统  
 C. 热力学上不稳定而动力学上稳定的系统  
 D. 热力学上稳定而动力学上不稳定的系统
13. 胶粒带电的原因主要有下面哪两种情况:  
 A. 胶核选择性吸附和表面分子的解离  
 B. 胶核表面的吸附和存在水化膜  
 C. Brown 运动和表面分子的解离  
 D. 表面存在水化膜和 Brown 运动
14. 在 NaBr 溶液中加入稍过量的  $\text{AgNO}_3$  溶液, 得到溶胶的胶团结构可表示为:  
 A.  $[(\text{AgBr})_m \cdot n\text{Br}^- \cdot (n-x)\text{Na}^+]^{x-} \cdot x\text{Na}^+$   
 B.  $[(\text{AgBr})_m \cdot n\text{NO}_3^- \cdot (n-x)\text{Na}^+]^{x-} \cdot x\text{Na}^+$   
 C.  $[(\text{AgBr})_m \cdot n\text{Ag}^+ \cdot (n-x)\text{Br}^-]^{x+} \cdot x\text{Na}^+$   
 D.  $[(\text{AgBr})_m \cdot n\text{Ag}^+ \cdot (n-x)\text{NO}_3^-]^{x+} \cdot x\text{NO}_3^-$
15. 下列电解质对负溶胶的聚沉能力递增的是:  
 A. KCl、 $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{AlCl}_3$                       B.  $\text{AlCl}_3$ 、KCl、 $\text{CaCl}_2$   
 C.  $\text{AlCl}_3$ 、 $\text{CaCl}_2$ 、KCl                      D. KCl、 $\text{AlCl}_3$ 、 $\text{CaCl}_2$
16. 已知某溶胶的电泳方向为负极, 则下列哪种电解质对溶胶的聚沉能力最大:  
 A.  $\text{AlCl}_3$                       B.  $\text{Na}_3\text{PO}_4$                       C.  $\text{MgSO}_4$                       D. NaCl
17. 对于  $\text{As}_2\text{S}_3$  负溶胶而言, 下列电解质中聚沉能力最强的是:  
 A. KOH                      B.  $\text{MgCl}_2$                       C.  $\text{AlCl}_3$                       D.  $\text{CaSO}_4$
18. 高分子溶液与溶胶的下列哪些性质一致:  
 A. 都是多相体系                      B. 都是热力学不稳定体系  
 C. 都对电解质很敏感                      D. 分散相粒子直径都在  $1\sim 100\text{nm}$
19. 高分子对溶胶的絮凝作用是因为:

- A. 一个高分子长链对多个胶粒的吸附 B. 多个高分子长链对单个胶粒的包裹  
 C. 高分子长链对胶粒水化膜的破坏 D. 高分子长链对胶粒中反离子的影响
20. 下列物质中盐析能力最强的是：  
 A.  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  B.  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  C. LiBr D. KCNS

## 二、填空题

1. 400g 水中加入百分含量是 95%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  100g, 测得该溶液的密度为  $1.13\text{kg}\cdot\text{L}^{-1}$ , 则此溶液的质量浓度为\_\_\_\_\_, 物质的量浓度为\_\_\_\_\_。
2. 产生渗透现象的必备条件为\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
3. 在热力学温度一定时, 稀溶液的渗透压力与溶液的\_\_\_\_\_成正比。
4. 溶液中能产生渗透效应的溶质粒子(分子、离子)统称为\_\_\_\_\_; 它的物质的量除以溶液的体积称为\_\_\_\_\_。
5. 血浆渗透浓度的正常值在\_\_\_\_\_范围内。小于\_\_\_\_\_  $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  的溶液为低渗溶液。
6. 医学上把生物体液(血浆)中的总渗透压分成两部分, 分别称\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_, 其中\_\_\_\_\_虽然在总渗透压中所占比例较小, 但在血管内外调节水盐渗透平衡方面起着主要作用。
7. 将  $0.010\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  KCl 溶液 50ml 与  $0.020\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{AgNO}_3$  溶液 40ml 混合制备 AgCl 溶胶, 该溶胶的胶团结构为\_\_\_\_\_; 胶核是\_\_\_\_\_; 它优先吸附\_\_\_\_\_离子; 吸附层是\_\_\_\_\_; 扩散层是\_\_\_\_\_; 其中反离子是\_\_\_\_\_; 胶粒是\_\_\_\_\_; 若将其放入电场当中, 则胶粒泳向\_\_\_\_\_极。
8. 因溶胶的分散相粒子的直径略小于可见光的波长, 当光照射溶胶时, 会发生\_\_\_\_\_作用, 产生\_\_\_\_\_现象; 由于胶粒\_\_\_\_\_, 所以在电场作用下, 胶粒将向\_\_\_\_\_电极移动, 这种现象称为\_\_\_\_\_; 同一种胶粒带有\_\_\_\_\_的电荷, 胶粒之间靠近时, 会互相\_\_\_\_\_, 因此, 在一般情况下胶粒不容易\_\_\_\_\_。
9. 电解质对溶胶的聚沉能力常用\_\_\_\_\_表示, 其值越\_\_\_\_\_, 则其聚沉能力越强。
10. 胶凝作用是溶液中的线形高分子因\_\_\_\_\_下降或\_\_\_\_\_减小时, 互相接近, 并在很多结合点上\_\_\_\_\_起来形成网状骨架, 大量\_\_\_\_\_包含在网状骨架的空隙内失去流动性而引起的。

## 三、简答题

1.  $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1\text{mol}$ , 此硫酸的质量  $m(\text{H}_2\text{SO}_4)$  是多少?  $n(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4) = 1\text{mol}$ , 此硫酸的质量  $m(\text{H}_2\text{SO}_4)$  是多少? “硫酸的物质的量是 1mol” 这样写可以吗?
2. 分散系是如何分类的? 葡萄糖溶液、生理盐水、碘酒、白蛋白溶液、牛奶、肉冻、血浆分别属于什么分散系?
3. 半透膜的性质是什么? 你知道哪些生物半透膜?

4. 什么情况下会发生渗透现象? 原因是什么? 渗透平衡时, 半透膜两边溶液的浓度是否一定相等? 生理盐水 (含  $\text{NaCl } 9.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) 的浓度与渗透浓度是一回事吗?

5. 将相同质量的果糖和  $\text{NaCl}$  分别溶于等体积的水中配成溶液, 两溶液中间以半透膜相隔, 要想阻止渗透现象的发生? 需在哪边溶液的上方施加额外的压力? 它是果糖溶液的渗透压吗?

6. 患肾病水肿的人, 是因为血液中胶体渗透压降低所致吗?

7. 渗透与反渗透有哪些实际的意义?

8. Tyndall 现象是如何产生的? 为什么高分子溶液的 Tyndall 现象很微弱?

9. 胶粒带电的主要原因是什么?

10. 为什么健康人血液中碳酸钙、磷酸钙等难溶盐的浓度远远超过它们在水中的溶解度, 但并不沉淀?

#### 四、计算题

1. 在 180g 质量分数为 0.15 的葡萄糖溶液中加入 25g 水或 25g 葡萄糖, 分别计算用这两种方法配制的葡萄糖溶液中葡萄糖的质量分数。

2. 若配制体积分数为 75% 的消毒用酒精溶液 1000.0ml, 需用体积分数为 95% 的乙醇多少 ml?

3. 若某患者需补充  $\text{Na}^+$  6.0g, 如用生理盐水 (含  $\text{NaCl } 9.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) 补充, 应需多少体积?

4. 在某患者 2.0ml 血浆中含血糖 6.8mg, 计算该患者血浆中血糖的质量浓度是多少?

5. 静脉注射用  $\text{KCl}$  溶液的极限质量浓度是  $2.7\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 。若在 250ml 葡萄糖溶液中加入 1 安瓿 (10ml)  $100\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{KCl}$  溶液; 所得混合溶液中的  $\text{KCl}$  的质量浓度是否超过了极限?

6. 乳酸钠 ( $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}$ ) 溶液的质量浓度为  $105\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , 计算该乳酸钠溶液的物质的量浓度。

7. 试排出相同温度下下列溶液渗透压由大到小的顺序:

$$(1) c\left(\frac{1}{2}\text{Na}_3\text{PO}_4\right) = 0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}; \quad (2) c\left(\frac{2}{3}\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}\right) = 0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1};$$

$$(3) c\left(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3\right) = 0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}; \quad (4) c\left(\frac{2}{3}\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}\right) = 0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

8. 指明下列溶液间的渗透方向:

(1)  $2.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  蔗糖溶液与  $2.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{KCl}$  溶液

(2) 5%  $\text{NaCl}$  溶液与 10% 葡萄糖溶液

(3) 5% 葡萄糖溶液与 10% 蔗糖溶液

(4)  $2.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{NaCl}$  溶液与  $2.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{KCl}$  溶液

9. 某海水中含盐类总计约相当于  $0.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{NaCl}$ , 设此海水的温度为  $20^\circ\text{C}$ , 求此海水渗透压为多少 kPa。

10. 1L 溶液中含 5.0g 马血色素, 在 298K 时测得溶液的渗透压为  $1.8 \times 10^2\text{Pa}$ , 求马血色素的相对分子量。

11. 把 100.00ml  $25.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{NaHCO}_3$  溶液和 50.00ml  $50.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  葡萄糖溶液混合, 与血浆相比较, 此混合溶液是高渗、低渗还是等渗溶液?

12. 将  $6.0\text{g}$  鸭蛋白 ( $M=4.9\times 10^4\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ) 溶于水并配制成  $1.0\text{L}$  溶液, 测得该溶液的渗透压力为  $306\text{Pa}$ , 请问测定时的温度是多少。

### [ 参考答案 ]

#### 一、单项选择题

1. C    2. C    3. A    4. D    5. B    6. D    7. C    8. D    9. D    10. C    11. D  
12. C    13. A    14. D    15. A    16. B    17. C    18. D    19. A    20. A

#### 二、填空题

1.  $214.6\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ;  $2.19\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$
2. 半透膜; 半透膜两侧单位体积中溶剂分子数目不相等
3. 浓度
4. 渗透活性物质; 渗透浓度
5.  $280\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1} \sim 320\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ; 280
6. 晶体渗透压; 胶体渗透压; 胶体渗透压
7.  $[(\text{AgCl})_m \cdot n\text{Ag}^+ \cdot (n-x)\text{NO}_3^-]^{x+} \cdot x\text{NO}_3^-$ ;  $(\text{AgCl})_m$ ;  $\text{Ag}^+$ ;  $n\text{Ag}^+ \cdot (n-x)\text{NO}_3^-$ ;  $x\text{NO}_3^-$ ;  $\text{NO}_3^-$ ;  $[(\text{AgCl})_m \cdot n\text{Ag}^+ \cdot (n-x)\text{NO}_3^-]^{x+}$ ; 负
8. 散射; Tyndall; 带电; 与其所带电荷相反的; 电泳; 相同; 排斥; 聚沉
9. 聚沉值; 小
10. 温度; 溶解度; 交联; 溶剂分子

#### 三、简答题

1. 答: 98 克; 49 克; 含义不清, 没有指明基本单元。
2. 略
3. 答: 理想的半透膜是一种只允许溶剂分子自由透过, 而不允许溶质分子自由透过的薄膜。动物的细胞膜、膀胱膜、毛细血管壁等生物膜都是具有半透膜性质的生物半透膜。
4. 答: 发生渗透现象的必要条件有二: (1) 有半透膜的存在, (2) 膜两侧溶液的渗透浓度不相等; 渗透现象的发生是由于膜两侧可透过的水分子在单位体积中颗粒数目不等。渗透达到平衡时, 半透膜两边溶液的浓度不相等; 这是因为渗透压的产生阻止了水分子的进一步透过。生理盐水的浓度与渗透浓度不是一回事, 浓度是特指物质的量浓度, 由于  $\text{NaCl}$  是强电解质, 渗透浓度等于物质的量浓度乘以 2。
5. 答: 将相同质量的果糖和  $\text{NaCl}$  分别溶于等体积的水中配成溶液, 两溶液中间以半透膜相隔, 要想阻止渗透现象的发生, 需在果糖溶液的上方施加额外的压力。它不是果糖溶液的渗透压, 它是  $\text{NaCl}$  溶液的渗透压与果糖溶液的渗透压之差。

6~10. 略

#### 四、计算题

1. 加入 25.0g 水后, 葡萄糖的质量分数为:

$$\omega(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}{m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) + m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{180.0\text{g} \times 0.15}{180.0\text{g} + 25.0\text{g}} = 0.132$$

加入 25.0g 葡萄糖后, 葡萄糖的质量分数为:

$$\omega(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}{m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) + m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{180.0\text{g} \times 0.15 + 25.0\text{g}}{180.0\text{g} + 25.0\text{g}} = 0.254$$

2. 需用体积分数为 95% 的乙醇的体积为:

$$V_2 = \frac{V_1 \varphi_1}{\varphi_2} = \frac{1000.0\text{ml} \times 0.75}{0.95} = 789.5\text{ml}$$

量取 789.5ml 95% 的乙醇, 加水稀释至 1000.0ml 即可。

3. 每升生理盐水含  $\text{Na}^+$  的质量为:  $9.0\text{g} \cdot \text{L}^{-1} \times \frac{23}{58.5} = 3.5\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$

$$\text{需生理盐水的体积为: } \frac{6.0\text{g}}{3.5\text{g} \cdot \text{L}^{-1}} = 1.7\text{L}$$

4. 该患者血浆中血糖的质量浓度是:

$$\rho_{\text{B}} = \frac{m_{\text{血糖}}}{V_{\text{血浆}}} = \frac{6.8\text{mg} \times 10^{-3}}{2.0 \times 10^{-3}\text{L}} = 3.4\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$$

5.  $\rho(\text{KCl}) = \frac{\rho_{\text{安瓿}}(\text{KCl})V(\text{KCl})}{V_{\text{葡萄糖}}} = \frac{100\text{g} \cdot \text{L}^{-1} \times 10\text{ml}}{250\text{ml} + 10\text{ml}} = 3.8\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$

因为静脉注射用 KCl 溶液的极限质量浓度是  $2.7\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ , 所以混合溶液中的 KCl 的质量浓度超过了极限。

6. 乳酸钠溶液的物质的量浓度为:

$$c(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}) = \frac{\rho(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na})}{M(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na})} = \frac{105\text{g} \cdot \text{L}^{-1}}{112\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.94\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

7. (1) 溶液的渗透浓度为:

$$c_{\text{os}}(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 4c(\text{Na}_3\text{PO}_4) = \frac{4}{2}c\left(\frac{1}{2}\text{Na}_3\text{PO}_4\right) = 2 \times 0.2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.4\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

(2) 溶液的渗透浓度为:

$$\begin{aligned} c_{\text{os}}(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}) &= 2c(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}) = 2 \times \frac{2}{3}c\left(\frac{2}{3}\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}\right) \\ &= 2 \times \frac{2}{3} \times 0.2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.267\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned}$$

(3) 溶液的渗透浓度为:

$$\begin{aligned} c_{\text{os}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) &= 3c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{3}{2}c\left(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3\right) = \frac{3}{2} \times 0.2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \\ &= 0.3\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned}$$

(4) 溶液的渗透浓度为:

$$c_{\text{os}}(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = c(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = \frac{2}{3}c\left(\frac{2}{3}\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}\right)$$

$$= \frac{2}{3} \times 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.133 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

所以溶液渗透压由大到小的顺序为：(1) > (3) > (2) > (4)。

8. (1)  $2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  蔗糖溶液  $\rightarrow$   $2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  KCl 溶液

(2) 5% NaCl 溶液  $\leftarrow$  10% 葡萄糖溶液

(3) 5% 葡萄糖溶液  $\rightarrow$  10% 蔗糖溶液

(4)  $2.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  NaCl 溶液  $\leftarrow$   $2.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  KCl 溶液

9.  $\Pi = c_B RT = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 \times 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times (20 + 273) \text{ K} = 2.44 \times 10^3 \text{ kPa}$

$$10. M_B = \frac{m_B RT}{\Pi V} = \frac{5.0 \text{ g} \times 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 10^3 \times 298 \text{ K}}{1.80 \times 10^2 \text{ Pa} \times 1 \text{ L}}$$

$$= 6.88 \times 10^4 (\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

此马血红蛋白的相对分子质量为： $6.88 \times 10^4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

11. 此混合溶液的渗透浓度为：

$$c_{os} = c_{os}(\text{NaHCO}_3) + c_{\text{葡萄糖}}$$

$$= \frac{2 \times 25.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 100.00 \text{ ml}}{84 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times (100.0 + 50.0) \text{ ml}} + \frac{50.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 100.00 \text{ ml}}{180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times (100.0 + 50.0) \text{ ml}}$$

$$= 0.397 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + 0.185 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$= 0.582 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 582 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

因为正常人血浆的渗透浓度范围是  $280 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \sim 320 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，所以此混合溶液是高渗溶液。

$$12. M_B = \frac{m_B RT}{\Pi V}$$

$$T = \frac{M_B \Pi V}{m_B R} = \frac{4.9 \times 10^4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.306 \text{ kPa} \times 1.0 \text{ L}}{6.0 \text{ g} \times 8.314 \text{ kPa} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}} = 3.01 \times 10^2 \text{ K}$$

测定时的温度是： $3.01 \times 10^2 \text{ K}$ 。

### [教材习题参考答案]

1. 略

2. 蔗糖的质量分数为 0.053；葡萄糖的质量分数为 0.105

3.  $11.74 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ； $23.48 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

4. 342.1 ml

5. 50.0g；0.27

6.  $5.56 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

7. 已知  $m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 1.236 \text{ g}$ ； $M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 294.18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$M\left(\frac{1}{6}\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\right) = \frac{1}{6} \times 294.18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 49.03 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$c(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = \frac{m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)}{M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) \cdot V} = \frac{1.2346 \text{ g}}{294.18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 100.00 \text{ ml} \times 10^{-3}}$$

$$= 0.04197 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$



$$c\left(\frac{1}{6}\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\right) = \frac{m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)}{M\left(\frac{1}{6}\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\right) \cdot V} = \frac{1.2346\text{g}}{49.03\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 100.00\text{ml} \times 10^{-3}} \\ = 0.2518\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

8.  $2.50\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ;  $1.07 \times 10^2\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

9.  $5.35\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$

10. 溶液的渗透浓度为:

$$(1) c_{os}(\text{NaHCO}_3) = 2c(\text{NaHCO}_3) = \frac{2}{2}c\left(\frac{1}{2}\text{NaHCO}_3\right) = 0.4\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$(2) c_{os}(\text{NaCl}) = 2c(\text{NaCl}) = 2 \times \frac{2}{3}c\left(\frac{2}{3}\text{NaCl}\right) = 2 \times \frac{2}{3} \times 0.2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \\ = 0.267\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$(3) c_{os}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 3c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{3}{3}c\left(\frac{1}{3}\text{Na}_2\text{CO}_3\right) = 0.3\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$(4) c_{os}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{2}{3}c\left(\frac{2}{3}\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6\right) = \frac{2}{3} \times 0.2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \\ = 0.133\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

所以溶液渗透压由大到小的顺序为:(1) > (3) > (2) > (4)。

11.

$$\Pi = c_B RT = \frac{n_B}{V} RT = \frac{m_B/M_B}{V} RT \\ = \frac{1.80\text{g}/180\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}}{50.0\text{ml} \times 10^{-3}} \times 8.314\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times (37 + 273)\text{K} \\ = 5.15 \times 10^2\text{kPa}$$

12.

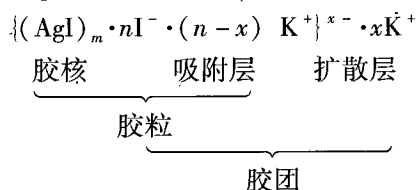
$$M_B = \frac{m_B RT}{\Pi V} = \frac{1.00\text{g} \times 8.314\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times (20 + 273)\text{K}}{0.366\text{kPa} \times 100 \times 10^{-3}\text{L}} \\ = 6.66 \times 10^4(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

13.  $1.31\text{g}$

14.  $1.58 \times 10^4\text{Pa}$

15.  $0.269\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ; 低渗溶液

16. 因 KI 过量, 所以 AgI 溶胶的胶团结构式为:



胶粒带负电荷; 三种电解质对溶胶聚沉能力的大小顺序:  $\text{AlCl}_3 > \text{MgSO}_4 > \text{NaCl}$ 。

(薛春兰)