

全国高等学校医学规划教材（专科教育）配套用书

医用化学

学习指导

主编 于敬海

3-42
3



高等教育出版社
Higher Education Press

全国高等学校医学规划教材（专科教育）配套用书

医用化学学习指导

主 编 于敬海



高等教育出版社

Higher Education Press

内容简介

本书是全国高等学校医学规划教材(专科教育)《医用化学》的配套教学参考书。

本书共 23 章,第一至第九章为无机化学和分析化学,内容为溶液、电解质溶液和缓冲溶液、滴定分析、化学反应速率、氧化还原反应与电极电位、原子结构、共价键与分子间力、配位化合物、胶体溶液;第十至第二十三章为有机化学,内容为有机化学基本知识、烷烃、烯烃和炔烃、环烃、卤代烃、醇酚醚、醛酮醌、羧酸和取代羧酸、含氮化合物、杂环化合物和生物碱、脂类、糖类、氨基酸。

本书可作为高等医学院校(专科)各专业学习《医用化学》的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

医用化学学习指导/于敬海主编. —北京:高等教育出版社,2005.8

ISBN 7-04-017346-8

I. 医... II. 于... 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(2005)第 074167 号

策划编辑 席 雁 责任编辑 周传红 封面设计 张 楠
版式设计 王艳红 责任校对 朱惠芳 责任印制 孔 源

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	北京蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	北京四季青印刷厂		http://www.landaco.com.cn
开 本	787×1092 1/16	版 次	2005 年 8 月第 1 版
印 张	11	印 次	2005 年 8 月第 1 次印刷
字 数	260 000	定 价	15.40 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 17346-00

本书编写人员

主 编 于敬海

副主编 罗素琴 冯宁川 李伍林

编 者 (以姓氏拼音为序)

丁长江 吉林大学

冯宁川 宁夏医学院

顾少华 河南科技大学

郭瑞华 华北煤炭医学院

何国琴 华北煤炭医学院秦皇岛分院

李华侃 锦州医学院

李伍林 咸宁医学院

梁 迪 哈尔滨医科大学

刘延敏 华北煤炭医学院

罗素琴 内蒙古医学院

钱 隽 复旦大学

任群翔 沈阳医学院

邵 军 菏泽医学高等专科学校

孙晓丽 第四军医大学

王润霞 安徽医学高等专科学校

乌 恩 内蒙古医学院

吴延丽 哈尔滨医科大学

吴英华 怀化医学高等专科学校

于敬海 哈尔滨医科大学

张晓枫 锦州医学院

前 言

本书是全国高等学校医学规划教材(专科教育)《医用化学》一书的配套教学参考书。

本书每章由教学基本要求、本章要点、习题解析、单元测试题及单元测试题参考答案组成,书后还附有水平自测题及参考答案,旨在指导学生学好医用化学和应用化学知识解决医学中的问题。水平测试题一至五为基础化学自测题,六至十为有机化学自测题。水平自测题学生可用来自测自己的医用化学水平和作为综合练习题练习,教师也可以参考和选择,组合成考试试题。

本书由于敬海担任主编;罗素琴、冯宁川、李伍林担任副主编。参加编写的有怀化医学高等专科学校吴英华(第一章),复旦大学钱隽(第二章),宁夏医学院冯宁川(第三章),华北煤炭医学院秦皇岛分院何国琴(第四章),华北煤炭医学院郭瑞华(第五章)、刘延敏(第十一章、第十四章),菏泽医学专科学校邵军(第六章),锦州医学院李华侃(第七章)、张晓枫(第十三章、第二十二章),内蒙古医学院乌恩(第八章)、罗素琴(第十二章、第二十三章),哈尔滨医科大学梁迪(第九章)、于敬海(第十章)、吴延丽(第二十章),中国人民解放军第四军医大学孙晓莉(第十五章),咸宁医学院李伍林(第十六章),沈阳医学院任群翔(第十七章),安徽高等医学专科学校王润霞(第十八章),吉林大学化学学院丁长江(第十九章),河南科技大学顾少华(第二十一章)。

由于我们的学术水平和写作能力所限,难免有错误和不妥之处,恳请使用本书的教师和同学及读者批评指正。

编者

目 录

第一章 溶液	1	第六章 原子结构	37
一、教学基本要求	1	一、教学基本要求	37
二、本章要点	1	二、本章要点	37
三、习题解析	1	三、习题解析	37
四、单元测试题	4	四、单元测试题	40
单元测试题参考答案	6	单元测试题参考答案	42
第二章 电解质溶液和缓冲溶液	7	第七章 共价键和分子间作用力	44
一、教学基本要求	7	一、教学基本要求	44
二、本章要点	7	二、本章要点	44
三、习题解析	7	三、习题解析	44
四、单元测试题	11	四、单元测试题	45
单元测试题参考答案	13	单元测试题参考答案	47
第三章 滴定分析法	14	第八章 配位化合物	48
●一、教学基本要求	14	一、教学基本要求	48
二、本章要点	14	二、本章要点	48
三、习题解析	14	三、习题解析	48
四、单元测试题	17	四、单元测试题	51
单元测试题参考答案	20	单元测试题参考答案	52
第四章 化学反应速率	22	第九章 胶体溶液	54
一、教学基本要求	22	一、教学基本要求	54
二、本章要点	22	二、本章要点	54
三、习题解析	22	三、习题解析	54
四、单元测试题	25	四、单元测试题	56
单元测试题参考答案	28	单元测试题参考答案	57
第五章 氧化还原反应与电极 电位	30	第十章 有机化学基本知识	58
一、教学基本要求	30	一、教学基本要求	58
二、本章要点	30	二、本章要点	58
三、习题解析	30	三、习题解析	58
四、单元测试题	34	四、单元测试题	60
单元测试题参考答案	35	单元测试题参考答案	61
		第十一章 烷烃	62

一、教学基本要求	62	二、本章要点	92
二、本章要点	62	三、习题解析	92
三、习题解析	63	四、单元测试题	95
四、单元测试题	64	单元测试题参考答案	97
单元测试题参考答案	65	第十八章 羧酸和取代羧酸	99
第十二章 烯烃和炔烃	66	一、教学基本要求	99
一、教学基本要求	66	二、本章要点	99
二、本章要点	66	三、习题解析	100
三、习题解析	66	四、单元测试题	103
四、单元测试题	68	单元测试题参考答案	104
单元测试题参考答案	69	第十九章 含氮化合物	105
第十三章 环烃	70	一、教学基本要求	105
一、教学基本要求	70	二、本章要点	105
二、本章要点	70	三、习题解析	106
三、习题解析	70	四、单元测试题	108
四、单元测试题	72	单元测试题参考答案	109
单元测试题参考答案	73	第二十章 杂环化合物和生物碱	111
第十四章 卤代烃	75	一、教学基本要求	111
一、教学基本要求	75	二、本章要点	111
二、本章要点	75	三、习题解析	111
三、习题解析	75	四、单元测试题	112
四、单元测试题	76	单元测试题参考答案	113
单元测试题参考答案	78	第二十一章 脂类	115
第十五章 旋光异构	79	一、教学基本要求	115
一、教学基本要求	79	二、本章要点	115
二、本章要点	79	三、习题解析	115
三、习题解析	79	四、单元测试题	117
四、单元测试题	82	单元测试题参考答案	118
单元测试题参考答案	84	第二十二章 糖类	120
第十六章 醇、酚和醚	86	一、教学基本要求	120
一、教学基本要求	86	二、本章要点	120
二、本章要点	86	三、习题解析	121
三、习题解析	87	四、单元测试题	123
四、单元测试题	89	单元测试题参考答案	124
单元测试题参考答案	90	第二十三章 氨基酸	126
第十七章 醛、酮和醌	92	一、教学基本要求	126
一、教学基本要求	92	二、本章要点	126
二、本章要点	92		

三、习题解析	127	水平自测题(四)	139
四、单元测试题	128	水平自测题(五)	141
单元测试题参考答案	128	水平自测题(六)	144
自测题	130	水平自测题(七)	148
水平自测题(一)	130	水平自测题(八)	153
水平自测题(二)	133	水平自测题(九)	157
水平自测题(三)	136	水平自测题(十)	160

第一章 溶 液

一、教学基本要求

1. 掌握溶液组成标度的各种表示方法及有关的计算。
2. 熟悉溶液配制和稀释的方法。
3. 理解渗透现象和渗透压的定义,掌握渗透压与溶液浓度、温度的关系;了解渗透压在医学上的意义。

二、本章要点

溶液组成标度的定义、表示方法、计算及相关换算。

稀溶液的渗透压。

渗透压在医学上的意义。

三、习题解析

1. 已知 3% 的 Na_2CO_3 溶液的密度为 $1.03 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 如配制 500 mL 3% 的 Na_2CO_3 溶液, 需称取多少克 Na_2CO_3 固体? 此溶液的物质的量浓度和质量浓度分别是多少?

解: Na_2CO_3 的摩尔质量为 $106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

需称取 Na_2CO_3 固体的质量为:

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 500 \text{ mL} \times 1.03 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \times 0.03 = 15 \text{ g}$$

溶液的物质的量浓度为:

$$\begin{aligned} c(\text{Na}_2\text{CO}_3) &= \frac{n(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{V} = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{M(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot V} \\ &= \frac{15 \text{ g}}{106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.5 \text{ L}} = 0.28 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned}$$

溶液的质量浓度为:

$$\begin{aligned} \rho(\text{Na}_2\text{CO}_3) &= c(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{Na}_2\text{CO}_3) \\ &= 0.28 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 30 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned}$$

2. 将 10.0 g NaCl 溶于 90.0 g 水中, 测得此溶液的密度为 $1.07 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 求此溶液的质量分数、物质的量浓度和质量摩尔浓度。NaCl 的摩尔质量为 $58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

解: 溶液的质量分数为:

$$w(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{m} = \frac{10.0 \text{ g}}{90.0 \text{ g} + 10.0 \text{ g}} = 0.100$$

溶液的物质的量浓度和质量摩尔浓度分别为:

$$c(\text{NaCl}) = \frac{n(\text{NaCl})}{V} = \frac{10.0 \text{ g} / 58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{100.0 \text{ g} / 1.070 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}} \\ = 1.83 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$b(\text{NaCl}) = \frac{n(\text{NaCl})}{m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{10.0 \text{ g} / 58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{0.0900 \text{ kg}} \\ = 1.90 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$$

3. 临床上纠正酸中毒的针剂乳酸钠($\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}$),其规格为 $20.0 \text{ mL} \cdot \text{支}^{-1}$,每支含 2.24 g $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}$ 。计算该针剂的物质的量浓度及每支针剂中含 $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}$ 的物质的量。

解: 乳酸钠的摩尔质量为 $112 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,则

$$c(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}) = \frac{n(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na})}{V} = \frac{2.24 \text{ g} / 112 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{0.020 \text{ L}} = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$n(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}) = c(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}) \cdot V \\ = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.020 \text{ L} = 0.020 \text{ mol}$$

4. 某患者需补 0.0500 mol Na^+ ,应补多少克氯化钠? 若用生理盐水($9.00 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液),则需多少毫升?

解: $n(\text{Na}^+) = n(\text{NaCl}) = 0.0500 \text{ mol NaCl}$ 的摩尔质量为 $58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,则

$$m(\text{NaCl}) = M(\text{NaCl}) \cdot n(\text{NaCl}) \\ = 58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.0500 \text{ mol} = 2.925 \text{ g}$$

$$V(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{\rho(\text{NaCl})} \\ = \frac{2.925 \text{ g}}{9.00 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}} = 0.325 \text{ L}$$

$$V(\text{NaCl}) = 325 \text{ mL}$$

5. 某蛋白质的饱和溶液质量浓度为 $5.18 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, 20°C 时测得其渗透压为 0.413 kPa ,求此蛋白质的摩尔质量。

解: 蛋白质是非电解质,则

$$\Pi = cRT = \frac{\rho}{M}RT$$

$$M = \frac{\rho RT}{\Pi} \\ = \frac{5.18 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 293 \text{ K}}{0.413 \text{ kPa}} \\ = 3.06 \times 10^4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

6. 今有葡萄糖、氯化钠、氯化钙三种溶液,它们的浓度均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,试比较三者渗透压的大小。

解: 葡萄糖是非电解质,则

$$c_{\text{os}}(\text{葡萄糖}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 100 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

氯化钠是电解质,其 $i=2$,则

$$c_{\text{os}}(\text{NaCl})=2 \times 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}=0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}=200 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

氯化钙是电解质,其 $i=3$

$$c_{\text{os}}(\text{CaCl}_2)=3 \times 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}=0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}=300 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

故三者渗透压从大到小的顺序为:

$$\Pi(\text{CaCl}_2) > \Pi(\text{NaCl}) > \Pi(\text{葡萄糖})$$

7. 将 2.00 g 白蛋白溶于水,制备成 100 mL 白蛋白水溶液,在 25 °C 测得此溶液的渗透压为 0.717 kPa,试求白蛋白的相对分子质量。

解: 白蛋白是非电解质,则

$$\begin{aligned}\Pi &= cRT = \frac{mRT}{MV} \\ M &= \frac{mRT}{\Pi V} \\ &= \frac{2.00 \text{ g} \times 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 298 \text{ K}}{0.717 \text{ kPa} \times 0.1 \text{ L}} \\ &= 6.91 \times 10^4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}\end{aligned}$$

白蛋白的相对分子质量为 6.91×10^4 。

8. 计算 37 °C 时,质量浓度为 $12 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的尿素(CH_4ON_2)溶液的渗透浓度为多少?

解: 尿素是非电解质,其摩尔质量为 $60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

$$\begin{aligned}c(\text{CH}_4\text{ON}_2) &= \frac{\rho(\text{CH}_4\text{ON}_2)}{M(\text{CH}_4\text{ON}_2)} \\ &= \frac{12 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}{60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \\ &= 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\ &= 200 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \\ c_{\text{os}}(\text{CH}_4\text{ON}_2) &= 200 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}\end{aligned}$$

9. 将 10.0 g 某高分子化合物,溶于 1 000 mL 水中配成溶液,在 27 °C 时测得该溶液的渗透压为 0.37 kPa,求高分子化合物的相对分子质量。

解: 高分子化合物是非电解质,则

$$\begin{aligned}\Pi &= cRT = \frac{mRT}{MV} \\ M &= \frac{mRT}{\Pi V} \\ &= \frac{10.0 \text{ g} \times 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 300 \text{ K}}{0.37 \text{ kPa} \times 1.0 \text{ L}} \\ &= 6.7 \times 10^4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}\end{aligned}$$

高分子化合物的相对分子质量为 6.7×10^4 。

10. 100 mL 水溶液中含有 1.87 g 乳酸钠,25 °C 时此溶液的渗透压为 825 kPa,求乳酸钠的摩尔质量($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)。

解: 乳酸钠是电解质,且 $i=2$,则

$$\Pi = icRT = i \times \frac{mRT}{MV}$$

$$M = \frac{imRT}{\Pi \cdot V}$$

$$= \frac{2 \times 1.87 \text{ g} \times 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 298 \text{ K}}{825 \text{ kPa} \times 0.100 \text{ L}}$$

$$= 112 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

四、单元测试题

一、填空题

- 500 mL H_2SO_4 溶液中含有 1.5 mol H_2SO_4 , 则该溶液的 $c(\text{H}_2\text{SO}_4)$ 为 _____, $\rho(\text{H}_2\text{SO}_4)$ 为 _____。
- 世界卫生组织建议在医学上表示体液中物质的含量时可用 _____ 和 _____, 这两种表示法的定义分别是 _____ 和 _____, 它们常用的单位是 _____ 和 _____。
- 用市售 $\varphi(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 0.95$ 酒精配制消毒用 $\varphi(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 0.75$ 酒精 1 900 mL, 需市售酒精 _____ mL。
- 生理盐水规格为 0.5 L, 生理盐水中含有 4.5 g NaCl, 则生理盐水的质量浓度为 _____。
- 产生渗透现象的必备条件是 _____ 和 _____; 溶剂分子的渗透方向为 _____。
- 医学上常用 _____ 来表示溶液(或体液)的渗透压大小, 它是指溶液中 _____ 总浓度。

二、选择题

- 在 100 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液中, 所含的 NaOH 质量是()。
 - 40 g
 - 4 g
 - 0.4 g
 - 0.04 g
- 正常人血浆中每 100 mL 含 Na^+ 326 mg, 则它的质量浓度是()。
 - $0.326 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $3.26 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $32.6 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $326 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
- 下列溶液组成标度与溶液体积无关的是()。
 - c_B
 - ρ_B
 - w_B
 - φ_B
- 溶剂透过半透膜进入溶液的现象称为()。
 - 扩散
 - 渗透
 - 混合
 - 层析
- 浓度为 $0.154 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的生理盐水(NaCl)的渗透浓度为()。
 - $0.154 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $154 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $308 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $462 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
- 红细胞放入下列食盐水中, 能产生溶血现象的是()。

- A. $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐水
B. $9 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐水
C. $10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐水
D. $15 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐水
7. $\rho(\text{葡萄糖})=36 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的葡萄糖溶液的渗透浓度等于()。
A. $278 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
B. $50 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
C. $200 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
D. $78 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
8. 在下列 4 种质量浓度相同的溶液中,渗透压最大的是()。
A. 葡萄糖溶液
B. NaCl 溶液
C. KCl 溶液
D. 蔗糖溶液
9. 室温下 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液的渗透压接近于()。
A. 25 kPa
B. 101.3 kPa
C. 250 kPa
D. 217 kPa
10. 会使红细胞发生皱缩的溶液是()。
A. $10.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{ CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}(M=147 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1})$
B. $12.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaHCO}_3(M=84.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1})$
C. $1.00 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaCl}(M=58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1})$
D. $112 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{ C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}(M=112 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1})$
11. 欲使被半透膜隔开的两种溶液间不发生渗透现象,其条件是()。
A. 两溶液的酸度相同
B. 两溶液的体积相同
C. 两溶液的物质的量浓度相同
D. 两溶液的渗透浓度相同
12. 下列因素中,与非电解质稀溶液的渗透压有关的是()。
A. 溶液的颜色
B. 溶液的体积
C. 溶质的性质
D. 溶液的浓度
13. 与 $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaCl}$ 溶液具有相同渗透浓度的溶液是()。
A. $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ CaCl}_2$ 溶液
B. $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ Na}_2\text{CO}_3$ 溶液
C. $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液
D. $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ CH}_3\text{COONa}$ 溶液
14. 与血浆相比较,下列溶液属于等渗溶液的是()。
A. $90 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaCl}$ 溶液
B. $9 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaCl}$ 溶液
C. $10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液
D. $6.25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaHCO}_3$ 溶液

三、计算题

1. 临床上需用 $1/6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 乳酸钠($\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}$)溶液 360 mL,如用 $112 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的乳酸钠针剂($20 \text{ mL} \cdot \text{支}^{-1}$)来配制,需要此针剂几支?
2. 计算下列溶液的渗透浓度:
- (1) $100 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的葡萄糖溶液;
- (2) $12.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的蔗糖溶液;
- (3) $12.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaHCO_3 溶液。
3. 将 5.0 g 某高分子化合物,溶于 1 000 mL 水中配成溶液,在 $27 \text{ }^\circ\text{C}$ 时测得该溶液的渗透压

为 0.37 kPa,求高分子化合物的相对分子质量。

单元测试题参考答案

一、填空题

1. $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $294 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
2. 物质的量浓度;质量浓度;物质的量与溶液体积之比;物质的质量与溶液体积之比; $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$; $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$
3. 1 500 mL
4. $9 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
5. 有半透膜的存在;半透膜两侧溶液的渗透浓度不同;从纯溶剂(或稀溶液)向溶液(或浓溶液)渗透
6. 渗透浓度;可产生渗透效应的溶质质点

二、选择题

1. C; 2. B; 3. C; 4. B; 5. C; 6. A; 7. C; 8. B; 9. C; 10. D; 11. D; 12. D; 13. D; 14. B

三、计算题

1. 3 支
2. (1) $556 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$; (2) $36.5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$; (3) $297.6 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
3. 3.4×10^4

第二章 电解质溶液和缓冲溶液

一、教学基本要求

1. 熟悉酸碱质子理论;掌握解离度 α 、解离常数 K 和水的离子积 K_w 定义以及共轭酸碱解离常数之间的关系。
2. 熟悉同离子效应和盐效应概念;掌握一元弱酸、弱碱溶液 pH 的计算。
3. 了解缓冲溶液的组成和作用机理;掌握缓冲溶液 pH 的计算;熟悉缓冲溶液的选择并能掌握缓冲溶液的配制;了解人体正常 pH 的维持与失控。

二、本章要点

质子理论、共轭酸、共轭碱。

水溶液中共轭酸碱的 K_a 、 K_b 和 K_w 的相互关系。

同离子效应、盐效应。

一元弱酸、弱碱溶液 pH 的计算。

缓冲溶液的组成、作用机理和特点。

缓冲溶液的计算、选择和配制。

人体内两大主要缓冲系统。

三、习题解析

1. 根据酸碱质子理论,判断下列物质在水溶液中哪些是酸? 哪些是碱? 哪些是两性物质? 并写出它们相应的共轭酸或共轭碱。



解:

酸: HCl、NH₄⁺, 其共轭碱分别为: Cl⁻、NH₃;

碱: OH⁻、NO₃⁻、[Al(H₂O)₅OH]²⁺, 其共轭酸分别为: H₂O、HNO₃、[Al(H₂O)₆]³⁺;

两性物质: HSO₄⁻、H₂PO₄⁻、HS⁻。



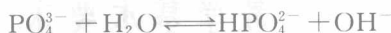
HS⁻ 的酸性



HS⁻ 的碱性



2. 标明下列反应中各共轭酸碱对,并写出它们的解离平衡常数表达式。



解: 各反应的共轭酸碱对顺次为: HCN - CN⁻ 和 H₂O - H₃O⁺; HS⁻ - H₂S 和 H₂O - OH⁻; HAc - Ac⁻ 和 NH₃ - NH₄⁺; HNO₃ - NO₃⁻ 和 H₂O - H₃O⁺; PO₄³⁻ - HPO₄²⁻ 和 H₂O - OH⁻。

各反应的解离平衡常数表达式顺次为:

$$K = \frac{[\text{CN}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCN}][\text{H}_2\text{O}]}; K = \frac{[\text{H}_2\text{S}][\text{OH}^-]}{[\text{HS}^-][\text{H}_2\text{O}]};$$

$$K = \frac{[\text{Ac}^-][\text{NH}_4^+]}{[\text{HAc}][\text{NH}_3]}; K = \frac{[\text{NO}_3^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HNO}_3][\text{H}_2\text{O}]};$$

$$K = \frac{[\text{HPO}_4^{2-}][\text{OH}^-]}{[\text{PO}_4^{3-}][\text{H}_2\text{O}]}$$

3. 判断下列说法是否正确?

(1) 将 NaOH 溶液和 NH₃ · H₂O 溶液均稀释一倍,则两溶液的 [OH⁻] 均减少到原来的 1/2。

解: 错误。NaOH 是强电解质,完全解离;而 NH₃ · H₂O 是弱电解质,部分解离, [OH⁻]_{NaOH} = c(NaOH), 而 [OH⁻]_{NH₃ · H₂O} = √(K_b · c(NH₃)), 所以前者可以表示为 [OH⁻] 减小到原来的 1/2, 后者则不是。

(2) 用同浓度的 NaOH 中和“等物质的量”的 HAc 和 HCl 溶液,所消耗的 NaOH 体积数相同。

解: 正确。因为酸碱中和反应与酸的强弱无关,只与酸的浓度有关, HCl 全部解离与 NaOH 发生中和反应。虽然 HAc 是部分解离,但 HAc 解离出来的 H⁺ 马上与 OH⁻ 结合成 H₂O, 促使 HAc 不断解离,直至全部解离。

(3) 稀释定律 α = √(K_a/c) 表明弱酸的浓度越稀,解离度越大, [H⁺] 越高。

解: 错误。对于弱酸固然是溶液越稀,解离度越大,但同时还要考虑溶液的体积增大,浓度减小这个因素。应该是 [H⁺] 减小。

(4) 将 pH=1.00 与 pH=3.00 两种强电解质溶液以等体积混合,所得溶液的 pH=2.00。

解: 错。因为

$$[\text{H}^+] = \frac{(1.0 \times 10^{-1} + 1.0 \times 10^{-3})}{2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 5.0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = 1.30$$

4. 解释下列现象: H₂S 通入 ZnSO₄ 溶液中, ZnS 沉淀很不完全, 但如果在 ZnSO₄ 溶液中先加若干 NaAc, 再通入 H₂S 气体, ZnS 的沉淀几乎完全。

解: H_2S 通入水中形成的氢硫酸是弱酸, 解离出的 $[\text{S}^{2-}]$ 很小, 则 ZnS 沉淀不完全。如果在 ZnSO_4 溶液中先加入 NaAc , Ac^- 能接受水中的质子, 促使氢硫酸的解离平衡向生成 S^{2-} 方向移动, $[\text{S}^{2-}]$ 增大, 则 ZnS 可沉淀完全。

5. 正常成人胃液的 pH 为 1.4, 婴儿胃液 pH 为 5, 问他们胃液中 $[\text{H}^+]$ 浓度各是多少? 成人的是婴儿的多少倍?

解: $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$, 则

$$\text{pH}=1.4 \text{ 时}, [\text{H}^+] = 4 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

$$\text{pH}=5 \text{ 时}, [\text{H}^+] = 1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

所以成人胃液的 $[\text{H}^+]$ 是婴儿的 $\frac{4 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 4000$ 倍。

6. 已知 $0.30 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaX 溶液的 $\text{pH}=9.50$, 计算弱酸 HX 的解离常数 $K_{\text{a,HX}}$ 。

解: $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$, 则 $\text{pH} = 9.50$ 时, $[\text{H}^+] = 3.16 \times 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}^+]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{3.16 \times 10^{-10}} = 3.16 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b c}$$

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{c} = \frac{(3.16 \times 10^{-5})^2}{0.30} = 3.33 \times 10^{-9}$$

$$K_{\text{a,HX}} = \frac{K_w}{K_b} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{3.33 \times 10^{-9}} = 3.0 \times 10^{-6}$$

7. 在 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水 100.0 mL 中溶入 NH_4Cl 1.07 g (忽略体积变化), 溶液的 pH 为多少? 在此溶液中加入 100.0 mL 水, pH 又有何变化?

解:

$$K_{\text{b,NH}_3} = 1.76 \times 10^{-5}$$

$$c_{\text{NH}_4^+} = \frac{1.07 \text{ g} / 53.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{0.10 \text{ L}} = 0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\text{pOH} = \text{p}K_b + \lg \frac{c_{\text{共轭酸}}}{c_{\text{弱碱}}}$$

$$\text{pOH} = -\lg(1.76 \times 10^{-5}) + \lg \frac{0.20}{0.10} = 5.1$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 5.1 = 8.9$$

加入 100.0 mL 水后, $\frac{c_{\text{NH}_4^+}}{c_{\text{NH}_3}}$ 比值不变, 所以溶液的 pH 基本不变。

8. 硼酸 H_3BO_3 在水溶液中释出质子的过程为 $\text{B}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{B}(\text{OH})_4^- + \text{H}^+$, 故为一元酸。已知 $K_a = 5.8 \times 10^{-10}$, 求 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ H_3BO_3 溶液的 pH 和解离度 α 。

解: 因 $cK_a > 20 K_w$, $c/K_a > 500$, 则

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_a c} = \sqrt{5.8 \times 10^{-10} \times 0.10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 7.6 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = 5.12$$

$$\alpha = \frac{[\text{H}^+]}{c} = \frac{7.6 \times 10^{-6}}{0.10} = 0.0076\%$$

9. 求有 2% 解离的醋酸溶液的浓度。