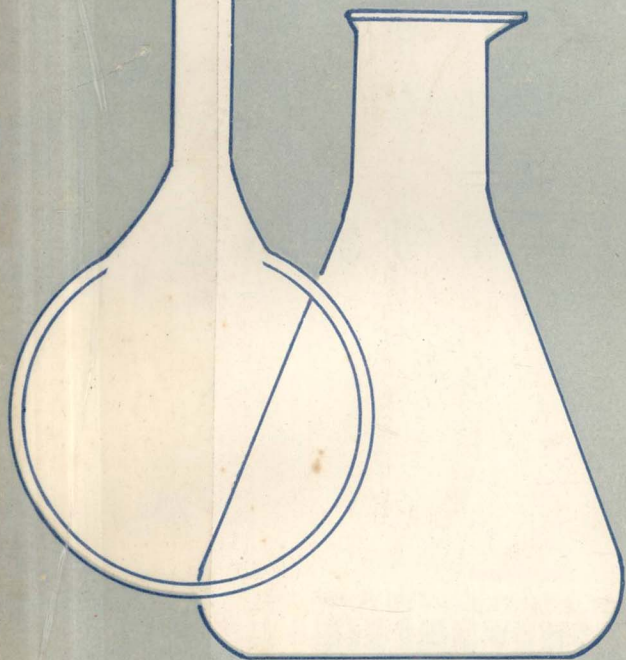


医学专科学校教学参考书



医用化学学习指导

徐春祥 李文凯 主编

黑龙江科学技术出版社

医学化学学习指导与习题集



医用化学学习指导

曾森林 李文秋 主编

中国医药科技出版社

医学专科学校教学参考书

医用化学学习指导

徐春祥 李文凯 主编

黑龙江科学技术出版社

责任编辑：张日新

封面设计：刘道毅

医学专科学校教学参考书

医用化学学习指导

徐春祥 李文凯 主编



黑龙江科学技术出版社出版

(哈尔滨市南岗区建设街35号)

哈尔滨师范大学服务公司印刷厂印刷



1989年8月第1版

开本：787×1092 1/32

1989年8月第1次印刷

印张：9

印数：0001—6000

字数：180000

ISBN 7-5388-0842-6/R·53

定价：2.70

编 者 的 话

本书是全国医学专科学校统编教材《医用化学》（杜广才主编，人民卫生出版社，1988年10月第二版）的配套教学参考书。

为了方便教师教学和减少学生的学习困难，我们将第二版教材上的所有习题都作了解答。由于新教材中的习题较少，因此我们又增补了一些内容相关的习题和五套综合试题，这五套综合试题可作为讲授新教材的教师在考试出题和学生们温课备考时参考。限于篇幅，本书对有几种解法的习题仅给出一种解法。

为了贯彻国务院规定的“教育部门在七五期间，要在所有新编教材中普遍使用我国法定计量单位”的要求，本书全部采用中华人民共和国法定计量单位。

由于编者水平有限，书中错误之处，恳请读者批评指正。

1989年3月

目 录

第一章	溶液的浓度和渗透压·····程连弟 郭晏华	(1)
第二章	pH 值与缓冲溶液·····彭夷安	(9)
第三章	容量分析和比色分析·····朱春华 沈明杰	(26)
第四章	络合物·····顾文玲	(42)
第五章	电极电位与电动势·····朱永春	(55)
第六章	胶体溶液·····刘亚琴	(69)
第七章	有机化合物概述·····孙兰凤 魏奉群	(76)
第八章	烃和烃的卤代物·····申明侠	(81)
第九章	醇、酚和醚·····何叔愚	(96)
第十章	醛、酮和醌·····高文启	(110)
第十一章	有机酸·····姚启栋	(125)
第十二章	立体异构·····李文凯	(142)
第十三章	酯和脂类·····马利民	(157)
第十四章	糖类·····孙长海 马 勇	(172)
第十五章	有机含氮化合物·····秘玉婷	(187)
第十六章	氨基酸、蛋白质和核酸·····赵春起	(202)
综合试题	·····徐春祥 刘丙义	(214)
参考答案	·····徐春祥 刘丙义	(260)

第一章 溶液的浓度和渗透压

1. 某病人需要补入10%葡萄糖溶液，现仅有供滴注用5%葡萄糖溶液（每瓶500ml）和50%葡萄糖溶液（每支安瓶20ml），问应往500ml 5%葡萄糖溶液中加入50%葡萄糖溶液多少毫升？

解：设应往500ml 5%葡萄糖溶液中加入50%葡萄糖溶液 x 毫升。

根据 $c_1V_1 = c_2V_2$ ，则有

$$500 \times 5\% + x \times 50\% = (500 + x) \times 10\%$$

$$\therefore x = 62.5\text{ml}$$

2. 正常人血浆中离子含量： $\text{Ca}^{2+} = 2.5\text{mmol/L}$ ， $\text{HCO}_3^- = 27\text{mmol/L}$ 。今化验某病人血浆中的 Ca^{2+} 和 HCO_3^- 的含量分别为300mg/L和61mg/L，问其含量是否正常？

解： Ca^{2+} 和 HCO_3^- 的摩尔质量分别为40g/mol和61g/mol，则血浆中 Ca^{2+} 和 HCO_3^- 的浓度为：

$$\text{Ca}^{2+} = 300/40 = 7.5\text{mmol/L}$$

$$\text{HCO}_3^- = 61/61 = 1.0\text{mmol/L}$$

计算结果表明该病人血浆中 Ca^{2+} 和 HCO_3^- 的含量都不正常。

3. 试计算10ml的10%KCl注射液中，含 K^+ 和 Cl^- 各为多少毫摩尔？

解：KCl、 K^+ 和 Cl^- 的摩尔质量分别是74.5、39和

35.5g/mol, 故10ml 10% KCl注射液中K⁺和Cl⁻的含量为

$$K^+ = \frac{10 \times 10\% \times 39/74.5}{39} = 0.0134\text{mol}$$

$$= 13.4\text{mmol}$$

$$Cl^- = \frac{10 \times 10\% \times 35.5/74.5}{35.5} = 0.0134\text{mol}$$

$$= 13.4\text{mmol}$$

4. 在抢救某一肝昏迷病人时, 每日用每支为 5.75g/20ml的谷氨酸钠 (NaC₅H₈NO₄) 针剂 4 支, 加于5%葡萄糖溶液中静脉注射。试问:

(1) 每20ml 谷氨酸钠溶液中含谷氨酸钠多少毫摩尔?

(2) 病人每日输入Na⁺的总量为多少毫摩尔?

解: NaC₅H₈NO₄的摩尔质量为169g/mol。

(1) 20ml谷氨酸钠溶液中含谷氨酸钠为

$$5.75/169 = 3.40 \times 10^{-2}\text{mol} = 34.0\text{mmol}$$

(2) 病人每日输入的Na⁺的总量为

$$\frac{4 \times 5.75 \times 23/169}{23} = 0.136\text{mol} = 136\text{mmol}$$

5. 下面的溶液用半透膜隔开, 用箭头标明水的渗透方向:

(1) 2mol/L KCl $\ddot{\vdots}$ 2mol/L蔗糖;

(2) 2mol/L葡萄糖 $\ddot{\vdots}$ 2mol/L蔗糖;

(3) 0.2mol/L NaCl $\ddot{\vdots}$ 0.1mol/L CaCl₂;

(4) 5%葡萄糖 $\ddot{\vdots}$ 5%蔗糖。

答：(1) $2\text{mol/L KCl} \begin{array}{c} \vdots \\ \vdots \\ \vdots \end{array} 2\text{mol/L蔗糖}$ ；

(2) 不产生渗透现象；

(3) $0.2\text{mol/L NaCl} \begin{array}{c} \vdots \\ \vdots \\ \vdots \end{array} 0.1\text{mol/L CaCl}_2$ ；

(4) $5\% \text{葡萄糖} \begin{array}{c} \vdots \\ \vdots \\ \vdots \end{array} 5\% \text{蔗糖}$ 。

6. 计算下述溶液的毫渗透摩尔浓度：

(1) 1.9% 乳酸钠 ($\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}$) ；

(2) 1.25% NaHCO_3 。

解：(1) 乳酸钠的摩尔质量是 112g/mol ，故 1.9% 乳酸钠的毫渗透摩尔浓度为

$$\frac{1000 \times 1.9\%}{112} \times 2 \times 1000 = 339\text{mOsm/L}$$

(2) NaHCO_3 的摩尔质量是 84g/mol ，故 1.25% NaHCO_3 溶液的毫渗透摩尔浓度为

$$\frac{1000 \times 1.25\%}{84} \times 2 \times 1000 = 298\text{mOsm/L}$$

7. 下列溶液为实验室和工业上常用的试剂，一般以质量百分含量表示其浓度，试以 mol/L 表示其浓度。

(1) 盐酸：密度为 1.19g/cm^3 ，含 HCl 38.0%；

(2) 硫酸：密度为 1.84g/cm^3 ，含 H_2SO_4 98.0%；

(3) 硝酸：密度为 1.42g/cm^3 ，含 HNO_3 71.0%；

(4) 氨水：密度为 0.89g/cm^3 ，含 NH_3 30.0%。

解：(1) HCl 的摩尔质量是 36.5g/mol 。

此盐酸溶液的浓度是

$$\frac{1000 \times 1.19 \times 38.0\%}{36.5} = 12.4 \text{ mol/L}$$

(2) H_2SO_4 的摩尔质量是98.1g/mol。
此硫酸溶液的浓度是

$$\frac{1000 \times 1.84 \times 98.0\%}{98.1} = 18.4 \text{ mol/L}$$

(3) HNO_3 的摩尔质量是63.0g/mol。
此硝酸溶液的浓度是

$$\frac{1000 \times 1.42 \times 71.0\%}{63.0} = 16.0 \text{ mol/L}$$

(4) NH_3 的摩尔质量是17.0g/mol。
此氨水溶液的浓度是

$$\frac{1000 \times 0.89 \times 30.0\%}{17.0} = 15.7 \text{ mol/L}$$

8. 某患者需补 Na^+ 5.0×10^{-2} mol, 应补氯化钠多少克? 若用生理盐水应补多少毫升?

解: 应补氯化钠的质量为

$$5.0 \times 10^{-2} \times 58.5 = 2.9 \text{ g}$$

应补生理盐水的体积为

$$\frac{2.9}{0.9\%} = 322 \text{ ml}$$

9. 卫生标准规定饮用水含0.05ppm Pb^{2+} 已不适合饮用, 如在一天饮用3kg这种水, 有多少克铅进入体内?

解: 进入体内的 Pb^{2+} 为

$$\frac{0.5 \times 3000}{1 \times 10^6} = 1.5 \times 10^{-4} \text{ g}$$

10. 现有2mol/L NaOH溶液25ml, 加水稀释成500ml后, 其摩尔浓度是多少?

解: 稀释成500ml后, NaOH溶液的浓度是

$$\frac{2 \times 25}{500} = 0.1 \text{ mol/L}$$

11. 将密度为 1.19 g/cm^3 、百分比浓度为38.0%的浓盐酸200ml放入500ml容量瓶中, 冲稀至刻度, 摇匀, 试求这溶液的浓度。又从500ml容量瓶中取出50ml, 放入另一250ml容量瓶中, 冲稀至刻度, 摇匀, 问此250ml容量瓶中溶液的浓度是多少?

解: 500ml容量瓶中盐酸的浓度为

$$\frac{1000 \times 1.19 \times 38.0\%}{36.5} \times \frac{200}{500} = 4.96 \text{ mol/L}$$

250ml容量瓶中盐酸的浓度为

$$\frac{4.96 \times 50}{250} = 0.99 \text{ mol/L}$$

12. 密度为 1.41 g/cm^3 的硝酸溶液含 HNO_3 67%, 若配制5L 1mol/L的硝酸溶液, 需该硝酸溶液多少毫升?

解: 设需该硝酸溶液 x 毫升, 则

$$\frac{1000 \times 1.41 \times 67\%}{63} \times x = 1 \times 5000$$

$$x = 333 \text{ ml}$$

13. 今需6mol/L HCl溶液, 但实验室只有10%的HCl溶液(密度为 1.05 g/cm^3)和38%的浓HCl溶液(密度为 1.19 g/cm^3), 已知要配制溶液的密度为 1.10 g/cm^3 , 试问需取38%的浓HCl溶液和10%的HCl溶液的质量比和体积比

分别是多少?

解: 6mol/L HCl溶液的质量百分比浓度为

$$\frac{6 \times 36.5}{1000 \times 1.10} \times 100\% = 20\%$$

设需取38%的浓HCl溶液和10%的HCl溶液的质量比是1 : x 。则

$$1 \times 38\% + x \times 10\% = (1 + x) \times 20\%$$

$$x = 1.8$$

质量比为1:1.8。

需取38%的浓HCl溶液和10%的HCl溶液的体积比是

$$\frac{1}{1.19} : \frac{1.8}{1.05} = 1 : 2.0$$

14. 配制0.17mol/L乳酸钠溶液250ml, 应取11.2%(g/ml)的乳酸钠溶液多少毫升?

解: 乳酸钠 ($C_3H_5O_3Na$) 的摩尔质量是112g/mol。

设应取11.2%的乳酸钠溶液 x 毫升。则

$$\frac{1000 \times 11.2\%}{112} \times x = 0.17 \times 250$$

$$x = 42.5\text{ml}$$

15. 配制0.1mol/L $NaHCO_3$ 溶液500ml, 应称取 $NaHCO_3$ 多少克? 如何配制?

解: 应称取 $NaHCO_3$ 的质量为

$$0.1 \times 0.5 \times 84 = 4.2\text{g}$$

用托盘天平称取4.2g $NaHCO_3$, 加少量水使其溶解, 然后再加水稀释至500ml, 即得0.1mol/L $NaHCO_3$ 溶液500ml。

16. 某患者经化验需补 $K^+ 4.0 \times 10^{-2}\text{mol}$, 问需用几支

10%(g/ml)KCl针剂(每支为10ml)加到葡萄糖溶液中静滴?

解: KCl的摩尔质量是74.6g/mol。

设需用 x 支10%的KCl针剂。则

$$\frac{10x \times 10\%}{74.6} = 40 \times 10^{-2}$$

$$x = 3 \text{ 支}$$

17. 已知血液(37°C)的渗透压为770kPa, 如何配制1L与血液等渗的葡萄糖溶液和氯化钠溶液。

解: 葡萄糖和氯化钠的摩尔质量分别为180g/mol和58.5g/mol。

与血液等渗的葡萄糖溶液的浓度是

$$c = \frac{P_{\text{渗}}}{RT} = \frac{770}{8.314 \times (273 + 37)}$$
$$= 0.30 \text{ mol/L}$$

配制1L该葡萄糖溶液所需葡萄糖的质量是

$$0.30 \times 1 \times 180 = 54 \text{ g}$$

在37°C时, 称取54g葡萄糖加水溶解后, 稀释至1L, 即可得到1L与血液等渗的葡萄糖溶液。

与血液等渗的氯化钠溶液的浓度是

$$c = \frac{P_{\text{渗}}}{2RT} = \frac{770}{2 \times 8.314 \times 310}$$
$$= 0.15 \text{ mol/L}$$

配制1L该氯化钠溶液所需氯化钠的质量是

$$0.15 \times 58.5 = 8.8 \text{ g}$$

在37°C时, 称取8.8g氯化钠用水溶解后, 稀释至1L, 即可得到1L与血液等渗的氯化钠溶液。

18. 什么叫渗透? 产生渗透的条件是什么?

答：溶剂分子透过半透膜而进入溶液的自发过程叫做渗透。

产生渗透的条件是：

- (1) 必须有半透膜存在；
- (2) 半透膜两侧溶液的溶质总浓度不相等。

19. 什么叫渗透压？哪些因素能影响渗透压？

答：把溶液与纯溶剂用透膜隔开时，恰好能够阻止溶剂通过半透膜进入溶液，而在溶液液面上所施加的额外压力，叫做溶液的渗透压。

溶液的渗透压受温度和溶液的质点总浓度的影响。在温度一定时，溶液的渗透压与质点的总浓度成正比；在总浓度一定时，溶液的渗透压与绝对温度成正比。溶液的渗透压与温度和质点总浓度的关系为 $P_{\text{渗}} = cRT$ 。

20. 静脉注射生理盐水的浓度为什么是0.9%？若改为9%或0.09%会产生什么结果？

答：这是因为0.9%的NaCl水溶液与血液具有相同的渗透压，在注射过程中，红细胞不致被破坏而保持其正常的生理功能。

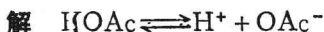
若改为9%的NaCl水溶液，由于其渗透压高于血液的渗透压，因此将产生渗透现象，红细胞内液中的水分子通过细胞膜渗出而使细胞皱缩。

若改为0.09%的NaCl水溶液，由于其渗透压低于血液的渗透压，因此注入血液中也产生渗透现象，血液中的水分子会通过细胞膜向红细胞内渗透而使细胞膨胀，甚至破裂。以上两种情况，严重时都能危及生命。

(辽宁省卫生职工医学院 程连弟 郭晏华)

第二章 pH值与缓冲溶液

1. 0.05mol/L HOAc溶液和0.05mol/L HCl溶液的pH值是否相同?试通过计算加以说明。



0.05mol/L HOAc溶液的 H^+ 浓度为

$$\begin{aligned} [\text{H}^+] &= \sqrt{cK_a} = \sqrt{0.05 \times 1.76 \times 10^{-5}} \\ &= 9.4 \times 10^{-4} \text{ mol/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{pH} &= -\lg[\text{H}^+] = -\lg 9.4 \times 10^{-4} \\ &= 3.03 \end{aligned}$$



0.05mol/L HCl溶液的 H^+ 浓度为

$$[\text{H}^+] = c_{\text{HCl}} = 0.05 \text{ mol/L}$$

$$\therefore \text{pH} = -\lg 0.05 = 1.30$$

计算结果表明,0.05mol/L HOAc溶液和0.05mol/L HCl溶液的pH值不相同。

2. 什么叫缓冲溶液?它为什么会有缓冲作用?试以 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} - \text{NH}_4\text{Cl}$ 缓冲对为例说明之。

答:能抵抗外来少量强酸、强碱或稀释,而本身的pH值基本不变的溶液称为缓冲溶液。

缓冲溶液之所以具有缓冲作用,是因为缓冲溶液中存在着足量的抗酸成分和抗碱成分。下面以 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} - \text{NH}_4\text{Cl}$ 缓冲溶液为例说明之。在 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} - \text{NH}_4\text{Cl}$ 缓冲溶液中存

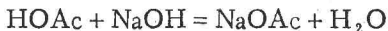
在着如下平衡:



当往上述缓冲溶液中加入少量强酸时, 强酸电离出的 H^+ 就同 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 电离出的 OH^- 结合生成难电离的水, 从而使 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的电离平衡向右移动。由于溶液中 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 和 NH_4^+ 的浓度较大, 加入的 H^+ 浓度较小, 所以当重新达到平衡时, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的浓度略有减小, NH_4^+ 的浓度略有增加, 故 OH^- 浓度略有减小, 溶液的 pH 值基本保持不变。如果向上述缓冲溶液中加入少量强碱时, 强碱电离出的 OH^- 就会同溶液中的 NH_4^+ 结合生成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 从而使 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的电离平衡向左移动。由于溶液中 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 和 NH_4^+ 的浓度比加入的强碱的浓度大得多, 所以当重新达到平衡时, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的浓度略有增加, NH_4^+ 的浓度略有减小, 故 OH^- 浓度略有增加, 溶液的 pH 值基本保持不变。

3. HOAc与NaOH在什么条件下可以配成缓冲溶液? 说明原因。

答: 当HOAc的物质的量大于NaOH的物质的量时, HOAc与NaOH可以配成缓冲溶液。这是由于在上述条件下把HOAc和NaOH混合时, 发生下列反应:



反应后, 溶液中剩余的HOAc和反应所生成的NaOAc就组成了HOAc-OAc⁻缓冲溶液。

4. 将40mg固体NaOH分别加到下列两种溶液中, 它们的体积均为1L。试分别计算这两种溶液的pH变化和缓冲容量(醋酸在25°C时的 $\text{p}K_a = 4.75$)。

(1) 0.1mol/L醋酸;

(2) 0.1mol/L醋酸和0.1mol/L醋酸钠。

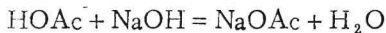
解: NaOH的摩尔质量是40g/mol, 故加入的 NaOH 的物质的量是:

$$0.040/40 = 0.001\text{mol}$$

(1) 未加入NaOH时:

$$[\text{H}^+] = \sqrt{0.1 \times 1.76 \times 10^{-5}} = 1.33 \times 10^{-3}\text{mol/L}$$
$$\text{pH} = 2.88$$

加入NaOH后, 发生下列反应:



$$\therefore c_{\text{HOAc}} = 0.1 - 0.001 = 0.099\text{mol/L}$$

$$c_{\text{OAc}^-} = 0.001\text{mol/L}$$

由于溶液中OAc⁻的起始浓度很低, 已接近于溶液中H⁺的浓度, 因此不能利用亨德森-哈塞尔巴赫方程式来计算溶液的pH值, 否则将得出错误的结论。

设溶液中H⁺浓度为 x mol/L, 则



平衡浓度 0.009 - x 0.001 + x x

$$\frac{[\text{OAc}^-][\text{H}^+]}{[\text{HOAc}]} = \frac{(0.001 + x)x}{0.099 - x} = 1.76 \times 10^{-5}$$

$$\therefore x = [\text{H}^+] = 9.0 \times 10^{-4}\text{mol/L}$$

$$\text{pH} = -\lg 9.0 \times 10^{-4} = 3.05$$

$$\Delta\text{pH} = 3.05 - 2.88 = 0.17$$

0.1mol/L醋酸溶液的缓冲容量为

$$\beta = \frac{0.001}{0.17} = 5.9 \times 10^{-3}$$