

化学辅导员

三 册

郑禄和 简国材 胡绍枫 编

内 容 提 要

《化学辅导员》的开头几册是为配合全国统编中学化学教材而编写的课外解题辅导材料，从初三到高二按年级分为三册。《化学辅导员》三册对应于高二的课本内容，并在相应的章节后面增加了无机综合练习和有机综合练习。

本书选题着重基础知识，按课本顺序由浅入深加以编排。对于难度较大的或典型的习题给予必要的提示、分析或解答。本册书末安排了“赛一赛”（一）、（二）、（三），供读者学完全书后练习。

本书适用于中学生、知识青年的平时练习或升学复习；另外对某些中学化学教师的备课，也有一定参考价值。

化 学 辅 导 员

三 册

鄧 祿 和 简 国 材 胡 绍 枫 编

责任编辑：刘 渔

封面设计：赵一东

*

科学普及出版社出版（北京白石桥紫竹院公园内）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京印刷一厂印刷

*

开本：787×1092毫米 $1/32$ 印张：4 $3/4$ 字数：102千字

1981年10月第1版 1981年10月第1次印刷

印数：1—655,000册 定价：0.42元

统一书号：13051·1252 本社书号：0334

前 言

党的工作重点转移到四个现代化以后，广大中学生和知识青年迫切需要阅读有益的课外读物，藉以扩大知识领域，增强自学能力。

为了满足中学生和知识青年对课外读物的迫切要求，我们编写了这套《化学辅导员》。这套书的开头几册是配合全国统编中学化学教材选编的课外解题辅导材料。从初三到高二按年级分为三分册，对应于初三、高一、高二的课本内容。将来根据需要与可能，再编写出版其他辅导材料。

本书选题着重基础知识，按课本顺序由浅入深编排；对一些典型的和难度较大的习题给予必要的提示、分析、解答和辅导，藉以帮助读者理解。

读者在书面解答任一问题时，不应忙于着手去写答案，一般应该经过审、设、突、表、检五个环节。首先要认真思考题意，即审题，其次要根据思考的线索周密地设想，再找出突破口，而后把解题步骤规范化地表达出来，最后还要细致地反复检查。

为了便于读者自学，除对所有计算题在题目后附有答案外，对个别难度较大的题目在各章之后也附有答案或答案要点。

严宜申、程名荣等同志在审阅本册书稿时提了许多宝贵意见，在此深致谢意。

由于编者水平所限，难免存在缺点和错误。希望广大读者批评、指正！

编 者

1981年9月

目 录

电解质溶液.....	(1)
镁和铝.....	(30)
过渡元素.....	(41)
无机化学综合练习.....	(57)
烃.....	(69)
烃的衍生物.....	(89)
糖类 蛋白质 合成高分子有机化合物.....	(108)
有机化学综合练习.....	(110)
赛一赛(一).....	(120)
(二).....	(125)
(三).....	(131)
附录.....	(142)

电解质溶液

一、电解质的电离

电解质中，部分碱类和盐类是由阴、阳离子结合而成的离子化合物。电解质在固态时，其中的阴、阳离子由于互相吸引，不能自由移动，故不能导电；当它们溶于水时，由于受到水分子的作用，离子间引力减弱，离子脱离固体表面而形成自由移动的水合离子，故能导电；电解质受热熔化时，离子运动加剧，离子间的吸引力随之减弱，因而形成自由移动的离子，故亦能导电。

酸是具有强极性键的共价化合物。当它们在液态时，由于没有离子，故不能导电；当它们溶于水时，由于极性水分子的作用，酸分子中的氢与水分子形成水合氢离子，因而形成自由移动的离子，故也能导电。

电解质的分子结构里一定包含离子键或极性键，这是电解质电离的内因，溶于水或受热熔化是电解质电离的外因。

二、强电解质和弱电解质

1. 在水溶液中全部电离为离子的电解质叫强电解质。强电解质包括强酸(如硝酸、盐酸、硫酸等)，强碱(如氢氧化钾、氢氧化钠、氢氧化钡等)，以及绝大多数的盐类。强电解质的分子中一定含离子键或极性键。

在水溶液中部分电离为离子的电解质叫弱电解质。弱电解质包括弱酸(如氢硫酸、碳酸、醋酸、氢氰酸等), 弱碱(如氢氧化铜、氨的水合物等), 以及两性氢氧化物(如氢氧化铝、氢氧化锌等)。弱电解质的分子中含极性键。

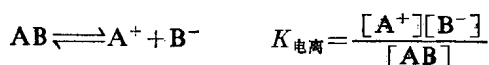
强电解质的电离过程是不可逆过程, 书写电离方程式时用“ $\longrightarrow$ ”号。例如, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-}$

弱电解质的电离过程是可逆过程, 书写电离方程式时用“ $\rightleftharpoons$ ”号。例如, $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$

2. 弱电解质的电离平衡和电离常数

弱电解质的电离是一个可逆过程, 溶液中未电离的电解质分子和电离生成的离子处于平衡状态。当电解质分子电离成离子的速度与离子结合成分子的速度相等时, 达到电离平衡。

弱电解质AB在溶液中电离过程和平衡常数如下式表示:



$[\text{A}^+]$ 、 $[\text{B}^-]$ 、 $[\text{AB}]$ 分别表示平衡时 A^+ 、 B^- 离子及AB分子的摩尔浓度, $K_{\text{电离}}$ 为电解质AB溶液的电离常数。 $K_{\text{电离}}$ 与电离度一样, 也能衡量各弱电解质的相对强弱, 不过电离度与电解质溶液的浓度有关, 而 $K_{\text{电离}}$ 与电解质溶液的浓度无关, 仅与温度有关。

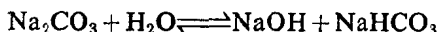
3. 强电解质的表观电离度

强电解质在水中全部电离, 因而在浓溶液中离子浓度较大。由于离子碰撞机会较多, 阴、阳离子可互相吸引结合成离子对, 使离子浓度减小。所以从表观上看, 强电解质在水中好象不是全部电离, 而是部分电离, 其电离度不到100%。这种电离度称为强电解质的表观电离度。

三、盐类的水解

在水溶液中，盐的离子与水电离出来的氢离子或氢氧根离子结合而生成弱电解质的反应，叫盐类的水解。它是中和反应的逆反应，是一个可逆反应。例如，氯化铵的水解可用下式表示： $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{HCl}$ 亦可写成离子方程式： $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$

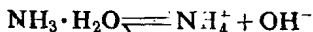
由于盐类的水解，使盐的水溶液的酸、碱性发生变化。在考虑盐类水解时，要注意溶于水的盐才能水解，不溶于水的盐不水解。由于盐类的水解是一个可逆反应，因此一般很少利用它来制取某一物质。如，碳酸钠的水解反应：



由于反应产生的氢氧化钠的量较少，因此不能利用此反应来制取氢氧化钠。

四、同离子效应及缓冲溶液

在弱电解质的电离平衡过程中，加入与弱电解质含有相同离子的强电解质，从而影响电离平衡的移动，这种效应叫同离子效应。如，氨的水合物的电离过程如下：

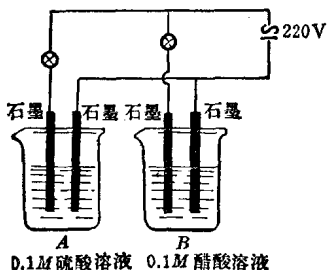


加入氯化铵，由于 $[\text{NH}_4^+]$ 的增大，使上述平衡向生成分子的方向移动，使氨的水合物的电离度减小。这就是同离子效应。

由弱电解质(弱酸或弱碱)及含有与弱电解质相同离子的强电解质(如弱酸或弱碱的盐)组成的溶液，当加入少量强酸

或强碱时，溶液的 pH 值的变化很小，这种溶液叫缓冲溶液。例如，醋酸钠与醋酸组成的缓冲溶液，当加入少量强酸时，下述平衡 $\text{HAc} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Ac}^-$ 向生成醋酸分子的方向移动，从而降低 $[\text{H}^+]$ ，因此 pH 值变化很小；若加入少量强碱时，碱中的氢氧根离子与醋酸电离的氢离子结合形成水，使 $[\text{H}^+]$ 减小，醋酸的电离平衡向生成离子的方向移动，从而又使 $[\text{H}^+]$ 增大，因此 pH 值变化不大；又如加入水，使 $[\text{HAc}]$ 和 $[\text{Ac}^-]$ 以同样比例减小，因此 pH 值不变。工业生产上及实验室里，往往利用缓冲溶液来控制溶液的 pH 值。

例 1 实验装置如图所示，两烧杯中溶液的体积均为 50 毫升。



(1) 通电后，A、B 灯泡发光的情况怎样？

(2) 往 A 中慢慢滴入 50 毫升 0.1 M 氢氧化钡溶液，有什么现象？写出离子方程式，并加以说明。

(3) 往 B 中滴入 50 毫升 0.1 M 氨水，有什么现象？

写出离子方程式，并加以说明。

分析 灯泡是否发光是溶液能否导电的标志。而溶液的导电性的强弱取决于溶液中自由移动的离子的浓度：溶液中离子浓度越大，溶液导电性越强，灯光越亮；反之，灯光越暗。

答 (1) 开始时，因为硫酸是强电解质，溶液中离子浓度大，A 灯光较亮；而醋酸是弱电解质，溶液中离子浓度较小，B 灯光较暗。

(2) 往 A 中慢慢滴入 0.1 M 氢氧化钡溶液，发生下述

反应： $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

由于生成难溶于水的硫酸钡以及难电离的水，溶液中离子浓度降低，使溶液的导电性逐渐减弱，因此灯光渐渐变暗。当50毫升0.1M氢氧化钡溶液全部滴入时，烧杯中溶液的离子浓度减至最小，结果灯光熄灭。同时看到烧杯A中有白色沉淀产生。

(3) 往B中滴入50毫升0.1M氨水，发生下述反应：



由于醋酸铵是强电解质，溶液中离子浓度逐渐增大，溶液导电性渐渐增强，因而灯光逐渐变亮。当氨水全部滴入时，灯光最亮。

例2 为什么电解质溶液的导电性随温度升高而增大？为什么金属的导电性随温度升高而减小？

提示 电解质溶液的导电是由于溶液中离子的定向移动，而金属的导电是由于金属晶体中的自由电子在电场作用下作定向移动。明白这点，本题就好解答了。

答 当温度升高时，离子运动速度加快，所以电解质溶液的导电性增大。当温度升高时，金属晶体中原子或离子振动加剧，振幅加大，这就阻碍了自由电子在晶体中作定向移动，所以金属的导电性随温度升高而减小。

例3 某一盐酸溶液的 $[\text{H}^+]$ 为 10^{-5}M ，冲稀1000倍后 $[\text{H}^+]$ 是否等于 10^{-8}M ？为什么？

答 $[\text{H}^+]$ 为 10^{-5}M 的盐酸溶液冲稀1000倍后，此时盐酸溶液的浓度极小，几乎与纯水一样。因为纯水中 $[\text{H}^+]$ 约为 10^{-7}M ，所以冲稀后的盐酸溶液中 $[\text{H}^+]$ 也约为 10^{-7}M ，而不是 10^{-8}M 。此时溶液近似中性。由此可见，任何酸性或碱性的溶液用水冲得很稀时，此时 $[\text{H}^+]$ 近似于 10^{-7}M 。

例 4 计算电离度为 1.34% 的醋酸溶液的 pH 值。

解 先由手册查出醋酸的 $K_{\text{电离}} = 1.75 \times 10^{-5}$

$$\therefore \alpha = \sqrt{\frac{K_{\text{电离}}}{c}}$$

$$\therefore c = \frac{K_{\text{电离}}}{\alpha^2} = \frac{1.75 \times 10^{-5}}{(0.0134)^2} = \frac{1.75 \times 10^{-5}}{1.80 \times 10^{-4}} \approx 0.1 (M)$$

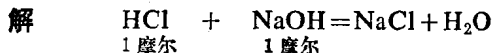
$$[H^+] = c\alpha = 0.1 \times 1.34\% = 1.34 \times 10^{-3} (M)$$

$$\begin{aligned} \text{pH 值} &= -\lg[H^+] = -\lg 1.34 \times 10^{-3} = 3 - \lg 1.34 \\ &= 3 - 0.13 = 2.87 \end{aligned}$$

答：电离度为 1.34% 的醋酸溶液的 pH 值为 2.87。

例 5 10 毫升 0.1 M 盐酸和 10 毫升 0.5 M 氢氧化钠溶液混和后，溶液的 pH 值是多少？

分析 此类题应先计算反应后剩余的酸或碱的浓度。注意，反应后溶液的总体积可近似看作参加反应的酸与碱的体积和，由剩余的酸或碱的浓度求出 $[H^+]$ 及 pH 值。



$$0.1 \times 0.01 \text{ 摩尔} \quad 0.5 \times 0.01 \text{ 摩尔}$$

由上式可见，0.001 摩尔盐酸与 0.001 摩尔氢氧化钠完全反应，因此剩余氢氧化钠的摩尔数为：

$$0.005 - 0.001 = 0.004 \text{ (摩尔)}。$$

反应后溶液的总体积为 20 毫升，则剩余的氢氧化钠溶液的浓度为：

$$\frac{0.004}{0.02} = 0.2 (M)$$

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

$$[H^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{0.2} = 5 \times 10^{-14} (M)$$

$$\begin{aligned} \text{pH 值} &= -\lg[H^+] = -\lg 5 \times 10^{-14} = 14 - \lg 5 \\ &= 14 - 0.6990 = 13.3 \end{aligned}$$

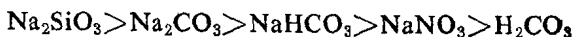
答：混和后溶液的 pH 值为 13.3。

例 6 将下列相同摩尔浓度的溶液的 pH 值按由大到小的顺序排列。



分析 根据盐的水解规律，可推知盐溶液的酸碱性的强弱。上述弱酸强碱盐水解后，水溶液显碱性。若形成盐的弱酸的酸性越弱，则越易水解，该盐溶液的碱性就越强，pH 值就越大。

答 各溶液 pH 值排列的顺序是：



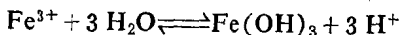
例 7 解释下列现象：

(1) 配制氯化铁溶液时，常常产生浑浊。

(2) 金属铝与硫粉以一定质量比混和，点燃后生成白色固体，将白色固体放入水中，产生白色沉淀及臭鸡蛋气味的气体。

分析 配制盐溶液时，如果由于盐的水解产生少量沉淀，将会造成溶液浑浊；弱酸和弱碱形成的盐在水中会强烈水解，因此有时会产生难溶的碱及易挥发的弱酸。

答 (1) 配制氯化铁溶液时，由于氯化铁水解，生成难溶于水的氢氧化铁，因此产生浑浊。反应如下：



(2) 金属铝与硫粉点燃后，化合生成硫化铝，它是弱酸弱碱生成的盐，在水中几乎全部水解，因此生成氢氧化铝白色沉淀和臭鸡蛋气味的硫化氢气体。反应方程式如下：



习 题

1. 将下列物质分别放入水中，写出它们的电离方

程式。

(1) 溴化钠, (2) 氢氧化钡, (3) 硫酸铝, (4) 硫氢化钾, (5) 氯酸钾, (6) 次氯酸, (7) 氨, (8) 二氧化硫, (9) 二氧化碳, (10) 五氧化二磷 (放入热水中)。

提示 有些物质放入水中, 首先与水反应生成电解质, 然后电离为离子。

2. 解释下列现象:

(1) 干燥的氯化氢气体遇干燥的蓝色石蕊试纸不变红。

(2) 盐酸可与锌起反应, 产生氢气, 而无水氯化氢与锌不起反应。

3. 下列物质的水溶液中存在哪些离子? 哪些分子? 哪种微粒多? 哪种微粒少? 并写出电离方程式。

(1) 醋酸, (2) 氯水, (3) 亚硫酸钠, (4) 氢硫酸。

4. 下列物质中哪些能导电? 哪些不能导电? 为什么?

(1) 液氯, (2) 甘油溶液, (3) 氨水, (4) 磷酸溶液, (5) 氢氧化钡溶液, (6) 氯水。

5. 下列说法是否正确? 不正确的部分请加以更正。

(1) 某物质的水溶液能导电, 该物质一定是电解质。

(2) 干燥的食盐不能导电, 因为食盐是非电解质。

(3) 纯水不能导电, 因为纯水中没有自由移动的离子。

(4) 将电流通入氯化铜溶液, 产生 Cu^{2+} 和 Cl^- 。

(5) 液态氢氧化钠能导电, 所以液态氯化氢也能导电。

(6) 现有盐酸及醋酸两种溶液, 它们的氢离子浓度相同, 则它们的摩尔浓度也相同。

(7) 将 0.1 M 的氢氧化钠溶液分别中和同体积 0.2 M 的盐酸及 0.2 M 醋酸, 所消耗的氢氧化钠溶液的体积相等。

提示 (1) 到(5)题需弄明白电解质与非电解质的区别。电解质

中的化学键必须是离子键或极性键，而且只有在熔化或溶于水时，才能形成自由移动的离子，从而才能导电。

(6)、(7) 题需明确强弱电解质的区别。

6. 下列物质中，哪些能电离产生氢离子？哪些能电离产生氯离子？

NH_3 KOH NaH_2PO_4 CH_3COOH CH_3COONa
 KClO_3 NH_4Cl HClO KCl

7. 下列溶液中，哪一种溶液的 $[\text{H}^+]$ 最大？

- (1) 10 毫升 0.1 M 硫酸，(2) 30 毫升 0.1 M 醋酸，
 (3) 20 毫升 0.1 M 盐酸。

8. 回答或计算下列各题：

(1) 0.2 M 醋酸溶液及 0.2 M 醋酸钠溶液中，醋酸根离子的浓度哪个大？

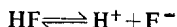
(2) 25°C 时，醋酸的电离常数为 1.75×10^{-5} ，求 0.2 M 醋酸溶液的电离度。(0.935%)

9. 25°C 时，0.1 M 的醋酸溶液加水冲稀至溶液体积为原来的 10 倍，氢离子浓度怎么变化？电离度怎么变化？加热该溶液，电离度怎么变化？(0.00132 M $\rightarrow$ 0.000418 M；1.32% $\rightarrow$ 4.18%)

10. 25°C 时，氢氟酸的 $K_{\text{电离}}$ 为 7.2×10^{-4} ，计算 0.1 M 氢氟酸中氢离子的浓度。(8.13 $\times 10^{-3}$ M)

分析 由于氢氟酸的 $K_{\text{电离}} > 10^{-4}$ ，因此不能用 $\alpha = \sqrt{\frac{K_{\text{电离}}}{c}}$ 来计

算。必须根据下述平衡进行计算：



平衡时浓度 $C(1-\alpha)$ $C\alpha$ $C\alpha$

$$K_{\text{电离}} = \frac{C^2 \alpha^2}{C - C\alpha} = \frac{C\alpha^2}{1 - \alpha}$$

$C(M)$	$K_{\text{电离}}$	$\alpha = \sqrt{\frac{K_{\text{电离}}}{C}}$	精确计算 α	结 论
10^{-1}	10^{-5}	1.0%	1.0%	可按 $1 - \alpha \approx 1$ 计算
10^{-1}	10^{-4}	3.16%	3.12%	可按 $1 - \alpha \approx 1$ 计算
10^{-2}	10^{-4}	10%	9.5%	不能按 $1 - \alpha \approx 1$ 计算
10^{-3}	10^{-4}	32%	27%	不能按 $1 - \alpha \approx 1$ 计算

当 $C/K_{\text{电离}} \geq 10^3$, 可按 $1 - \alpha \approx 1$ 计算。

11. 1 升浓度为 αM 的一元弱酸, 它能电离产生 x 摩尔的氢离子。求: 弱酸的电离度与 $K_{\text{电离}}$ 。 $\left(\frac{100x}{\alpha}\%, \frac{x^2}{\alpha - x}\right)$

12. 下列溶液混和后, pH 值 < 7 的是哪几组?

(1) 10 毫升 0.1 M 醋酸溶液与 10 毫升 0.1 M 氢氧化钠溶液;

(2) 20 毫升 0.2 M 氨水和 20 毫升 0.2 M 盐酸;

(3) 8 毫升 0.1 M 硫酸铜溶液和 8 毫升 0.12 M 氢氧化钠溶液;

(4) 5 毫升 0.2 M 硫酸溶液和 5 毫升 0.2 M 氯化钡溶液。

13. 种植水稻的土壤较合适的 pH 值范围是 5.5—7.0, 这个 pH 值范围相当于氢离子浓度是多少? ($3.16 \times 10^{-6} M$ — $10^{-7} M$)

14. 计算下列溶液的 pH 值 (假设溶液混和后总体积不变)。

(1) 10 毫升 0.1 M 盐酸与 20 毫升 0.2 M 盐酸混和;

(2) 10 毫升 0.1 M 盐酸与 10 毫升 0.2 M 氢氧化钠溶

液混和;

(3) 3.42 克氢氧化钡溶于水, 配成 100 毫升溶液;

(4) 50°C 时的纯水 (50°C 时 $K_w = 5.47 \times 10^{-14}$);

* (5) 20°C、1 大气压时, 240.4 毫升氨气溶于水, 配成 200 毫升溶液;

(6) 0.1 M 氢氟酸。

(0.78, 12.70, 13.60, 6.63, 10.97, 2.09)

提示 (2) 应注意混和后溶液体积增大 1 倍对溶液 $[H^+]$ 的影响;

(3) 应注意 1 摩尔氢氧化钡电离生成 2 摩尔 OH^- 。

15. 20°C、1 大气压时, 20.4 升氯化氢气体溶于 1 升水中, 所得盐酸的密度是 1.013 克/厘米³。试求:

(1) 该盐酸的百分比浓度;

(2) 该盐酸的摩尔浓度;

(3) 溶液的 pH 值。用水冲稀至溶液体积为原来的 10 倍, pH 值是多少?

(3 %, 0.833 M, 0.08, 1.08)

16. 称取无水碳酸钠 1.325 克, 溶于水配成 100 毫升溶液, 用它测定未知浓度的盐酸。21.5 毫升该盐酸与 10 毫升碳酸钠溶液完全反应。求此盐酸的 $[H^+]$ 及 pH 值。(1.16 × 10⁻¹ M, 0.94)

提示 先根据碳酸钠与盐酸反应的方程式求出盐酸的浓度。

17. 用 0.1 M 氢氧化钠溶液滴定 10 毫升 0.1 M 盐酸, 当加入 9.99 毫升氢氧化钠溶液, 此时溶液的 $[H^+]$ 为多少? pH 值为多少? 如加入 10.01 毫升氢氧化钠溶液, 此时溶液的 $[OH^-]$ 为多少? pH 值是多少?

(5 × 10⁻⁵ M, 4.3; 5 × 10⁻⁵ M, 9.7)

提示 先计算氢氧化钠和盐酸反应后剩余酸或碱的浓度, 换算成

$[\text{H}^+]$ ，从而计算 pH 值。

18. 下列情况下，计算 pH 值如何变化。

(1) 0.2 M 盐酸冲稀至溶液体积为原来 4 倍；(0.7 → 1.3)

(2) 0.1 M 氨水冲稀至溶液体积为原来 2 倍；(11.12 → 10.97)

(3) 0.4 M 氢氧化钠溶液冲稀至溶液体积为原来的 10 倍。(13.60 → 12.60)

提示 (2) 注意氨水冲稀后电离度变大。

19. 计算：

(1) 某一硫酸溶液冲稀后，pH 值由 1 变为 3， $[\text{H}^+]$ 怎么变化？(0.1 M → 0.001 M)

(2) 两种浓度不同的氢氧化钠溶液的 pH 值差为 1，求它们 $[\text{OH}^-]$ 的比值。(10:1)

提示 由 pH 值之差可知两溶液 $[\text{H}^+]$ 的比值，再根据水的离子积求 $[\text{OH}^-]$ 的比值。

(3) 原有盐酸的 pH 值为 4，现需配制 pH 值为 5 的盐酸，应加几倍体积的水冲稀？(应加 9 倍体积的水)

20. pH 值为 3 的盐酸及醋酸溶液的摩尔浓度是否相等？如不相等，求两种溶液的摩尔浓度。(0.001 M、0.057 M)

21. 下列各种盐，哪些能水解？哪些不能水解？能水解的写出离子方程式。并说明溶液的酸碱性。

(1) Na_2SO_4 ，(2) K_2CO_3 ，(3) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ，(4) Na_2S ，
(5) CuCl_2 ，(6) CaCO_3 ，(7) $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ，(8) AlCl_3 ，
(9) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ，(10) ZnSO_4 。

22. 解释下列事实，并写出有关的化学方程式及离子方程式。

