

盐类水解是中学化学重要的知识点,也是历年高考的重点,其离子方程式的书写更是重中之重,下面将其书写方法总结如下。

一、水解离子方程式的书写规律

1. 强碱弱酸盐

(1) 弱酸根阴离子参与水解,生成弱酸或酸式弱酸根。(2) 多元弱酸根阴离子分步水解(阴离子带几个电荷就要水解几步),水解离子方程式步步照写,水的系数始终是1. 不过,第一步水解最易,第二步较难,第三步水解更难。(3) 水解离子方程式用“ \rightleftharpoons ”,气体不能用“ \uparrow ”号。(4) 通式: $A^{n-} + H_2O \rightleftharpoons HA^{(n-1)-} + OH^-$,
 $A^- + H_2O \rightleftharpoons HA + OH^-$.

2. 强酸弱碱盐

(1) 弱碱阳离子参与水解,生成弱碱。(2) 多元弱碱阳离子分步水解,水解离子方程式一步完成,水的系数为阳离子的电荷数。(3) 水解离子方程式用“ \rightleftharpoons ”,弱碱不能用“ \downarrow ”号。(4) 通式: $M^{n+} + nH_2O \rightleftharpoons M(OH)_n + nH^+$.

3. 弱酸弱碱盐

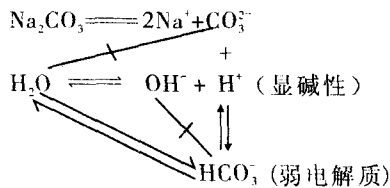
弱酸根阴离子和弱碱阳离子都参与水解,反应后生成弱酸和弱碱. 通式: $mM^{n+} + nA^{m-} + nmH_2O \rightleftharpoons mM(OH)_n + nH_mA$. 总结为:弱水解,弱水解;越弱越水解,两弱强水解. 酸碱性看“强”字,水解的离子看“弱”字.

门当户对:弱碱阳离子水解生成氢离子,弱酸根阴离子水解生成氢氧根离子.

二、水解离子方程式的书写具体方法

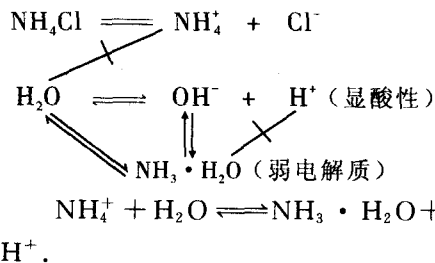
1. 图示法

(1) Na_2CO_3



离子方程式为: $CO_3^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + OH^-$, 相应的化学方程式为: $Na_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons NaHCO_3 + NaOH$.

(2) NH_4Cl



2. 一般离子方程式的书写法

按照书写一般离子方程式的四个步骤进行.

以 NH_4Cl 为例:按照盐类水解是中和反应的逆反应,现写出方程式如下: $NH_4Cl + H_2O \rightleftharpoons NH_3 \cdot H_2O + HCl$,
 $NH_4^+ + Cl^- + H_2O \rightleftharpoons NH_3 \cdot H_2O + H^+ + Cl^-$,
 $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 \cdot H_2O + H^+$.

这里要注意多元弱酸生成的盐,水解生成碱和酸式盐. 以 Na_2CO_3 为例: $Na_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons NaHCO_3 + NaOH$,
 $2Na^+ + CO_3^{2-} + H_2O \rightleftharpoons Na^+ + HCO_3^- + Na^+ + OH^-$,
 $CO_3^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + OH^-$.

3. 缺啥补啥法

按照弱离子参与水解的原则,首先找出弱离子,弱离子与水反应生成对应的同电性的离子(氢离子或氢氧根离子). 然后等式两边缺啥补啥,最后配平. 如 $CuSO_4$: 参与水解的是 Cu^{2+} , 生成对应的阳离子 H^+ :
 $Cu^{2+} + H_2O(H^+ \cdot OH^-) \rightleftharpoons ? + H^+$. 把水看成是 $H^+ \cdot OH^-$, 显然,阳离子将与其结合生成 $Cu(OH)_2$,
 $Cu^{2+} + H_2O(H^+ \cdot OH^-) \rightleftharpoons Cu(OH)_2 + H^+$, 将其配平即得水解离子方程式:
 $Cu^{2+} + 2H_2O \rightleftharpoons Cu(OH)_2 + 2H^+$.

又如 $NaHCO_3$ 水解:参与水解的是 HCO_3^- , 生成对应的阴离子 OH^- .
 $HCO_3^- + H_2O(H^+ \cdot OH^-) \rightleftharpoons ? + OH^-$; HCO_3^- 将 OH^- 与结合生成 H_2CO_3 , 可配平, 可得下式:
 $HCO_3^- + H_2O(H^+ \cdot OH^-) \rightleftharpoons H_2CO_3 + OH^-$.

4. 通式法

如 $Al_2(SO_4)_3$, 按照通式: $M^{n+} + nH_2O \rightleftharpoons M(OH)_n + nH^+$, 即可得出:
 $Al^{3+} + 3H_2O \rightleftharpoons M(OH)_3 + 3H^+$.

又如 Na_3PO_4 , 按照通式: $A^{n-} + H_2O \rightleftharpoons HA^{(n-1)-} + OH^-$,
 $A^- + H_2O \rightleftharpoons HA + OH^-$, 即可得出:
 $PO_4^{3-} + H_2O \rightleftharpoons HPO_4^{2-} + OH^-$,
 $HPO_4^{2-} + H_2O \rightleftharpoons H_2PO_4^- + OH^-$,
 $H_2PO_4^- + H_2O \rightleftharpoons H_3PO_4 + OH^-$.



中学生数理化学二版

三、相关例题分析

例1 明矾可以用来净水,其原因用离子方程式表示为____.用蒸馏水配制硝酸银溶液时出现了浑浊现象,应加入少量的____.在氯化铵溶液中,四种离子物质的量浓度由大到小的顺序是____.

解析:明矾可以用来净水是因为明矾中的 Al^{3+} 水解生成 $Al(OH)_3$,可以吸附水中的悬浮杂质.用蒸馏水配制硝酸银溶液时出现了浑浊现象,应加入少量的稀 HNO_3 ,抑制 Ag^+ 的水解.在氯化铵溶液中,四种离子物质的量浓度由大到小的顺序是 $c(Cl^-) > c(NH_4^+) > c(H^+) > c(OH^-)$.

答案: $Al^{3+} + 3H_2O \rightleftharpoons Al(OH)_3 + 3H^+$,生成的 $Al(OH)_3$ 可以吸附水中的悬浮杂质稀 HNO_3 $c(Cl^-) > c(NH_4^+) > c(H^+) > c(OH^-)$

例2 从广义上讲,任何一个化学反应都是可逆反应,增加反应物浓度可使反应向生成物方向移动,反之亦然.已知某些固态水合物受热发生水解反应,如: $MgCl_2 \cdot 6H_2O \xrightarrow{\Delta} Mg(OH)Cl + HCl + 5H_2O$,因而不能用加热方法制备它们的无水盐.在下列条件下加热可得到无水盐:(1)在氯化氢气氛下,(2)和适量氯化铵固体混合加热,(3)和适量 $SOCl_2$ 混合加热.这是因为:

- (1)氯化氢气氛下:_____.
- (2)加氯化铵:_____.
- (3)加 $SOCl_2$:_____.

解析:根据题给信息: $MgCl_2 \cdot 6H_2O \xrightarrow{\Delta} Mg(OH)Cl + HCl + 5H_2O$,可以利用增加 HCl 来抑制氯化物的水解.

- 答案:**(1)氯化氢气氛下可抑制氯化物的水解
 (2)氯化铵分解为氨和氯化氢,后者可抑制水解
 (3) $SOCl_2 + H_2O \xrightarrow{\Delta} SO_2 + HCl$,反应过程中既可以消耗水,又生成氯化氢气体,抑制水解

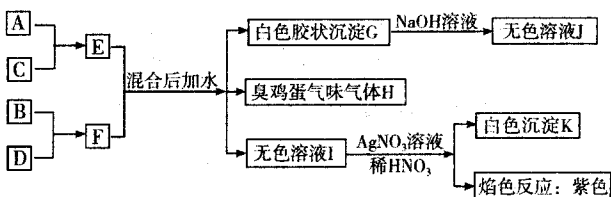
例3 某中学化学兴趣小组的同学进行一项课题的实验探究:如何配制 $250\text{ mol} \cdot L^{-1}$ 的 $FeCl_3$ 溶液.他们称取一定质量的 $FeCl_3$,加蒸馏水溶解后,转入 250 mL 的容量瓶中,再稀释使液面至刻度为止,观察到溶液有异常现象.

- (1)推测观察到的异常现象是____,产生这种异常现象的原因是____,写出相关的离子方程式:_____.
- (2)若要使这种异常现象恢复正常,应采取的正确措施是____;理由是_____.
- (3)“采取措施”后该溶液中共存的离子有____,离子浓度由大到小的顺序是_____.
- (4)配制 $250\text{ mol} \cdot L^{-1}$ 的 $FeCl_3$ 溶液的方法:_____.

解析:配制 $250\text{ mol} \cdot L^{-1}$ 的 $FeCl_3$ 溶液,如果将 $FeCl_3$ 直接加蒸馏水溶解, Fe^{3+} 会发生水解反应,使溶液出现浑浊,可以加入适量的浓盐酸,增大 H^+ 的浓度,使水解平衡向相反方向进行,以达到抑制水解的作用,从而使浑浊消失.配制 $FeCl_3$ 溶液,可将 $FeCl_3$ 固体溶解在浓盐酸中,再加水稀释.

答案:(1)溶液出现浑浊或不是澄清透明的黄色溶液 $FeCl_3$ 是强酸弱碱盐, Fe^{3+} 水解生成 $Fe(OH)_3$
 $Fe^{3+} + 3H_2O \rightleftharpoons Fe(OH)_3 + 3H^+$ (2)加入适量的浓盐酸 增大 H^+ 的浓度,使水解平衡向相反方向进行,以达到抑制水解的作用,从而使“异常现象”恢复正常 (3) Fe^{3+} 、 H^+ 、 OH^- 、 Cl^- $c(Cl^-) > c(Fe^{3+}) > c(H^+) > c(OH^-)$ (4)将一定质量的 $FeCl_3$ 固体加入一定量的浓盐酸中溶解,加适量的水稀释,转入 250 mL 的容量瓶中,再稀释使液面至刻度为止

例4 A、B、C、D四种元素原子核电荷数依次增大(均小于20),其单质及相应的化合物能发生如下反应关系:



- (1)写出四种元素的符号:A为____,B为____,C为____,D为____.
- (2)F的电子式:_____.
- (3)写出 E、F 混合后加水的化学方程式:_____.
- (4)写出 $G \rightarrow J$ 的化学方程式:_____.
- (5)写出 C 单质与 H 水溶液反应的离子方程式:_____.

解析:考查盐类的双水解、两性氢氧化物、卤离子的检验、焰色反应等知识以及综合应用能力、分析判断与逻辑推理能力,同时考查同学们的化学用语等.框图中有几个具有特征的反应现象:a.臭鸡蛋气味气体;b.白色胶状沉淀溶于 $NaOH$ 溶液;c.先加 $AgNO_3$ 溶液,再加稀 HNO_3 产生白色沉淀;d.焰色反应显紫色.可分别得出气体是 H_2S 、白色胶状沉淀是 $Al(OH)_3$ 、无色溶液 I 是 KCl .

答案:(1)Al S Cl K (2) S^{2-} (3) $2AlCl_3 + 3K_2S + 3H_2O \xrightarrow{\Delta} 2Al(OH)_3 \downarrow + 3H_2S \uparrow + 6KCl$
 (4) $Al(OH)_3 + NaOH \xrightarrow{\Delta} NaAlO_2 + 2H_2O$ (5) $Cl_2 + H_2S \xrightarrow{\Delta} S \downarrow + 2H^+ + 2Cl^-$

(责任编辑 肖 博)

