

## 例谈离子型非盐的水解反应

江苏省南京市高淳区湖滨高级中学 210000 徐金娣

非盐与水的反应又称为非盐的水解反应。关于非盐的水解反应,现行中学化学教材涉及很少,但各类考试时常涉及。为帮助学生掌握有关离子型非盐水解反应的知识,现举例对其进行分析。

### 一、金属氮化物的水解反应

例1 金属镁在氮气中燃烧生成氮化镁( $Mg_3N_2$ )。已知: $Mg_3N_2$ 是黄绿色固体,熔点为 $800^\circ C$ ,氮化镁遇水即发生剧烈的水解反应生成氨。下列叙述中正确的是( )。

- A.  $Mg_3N_2$ 是共价化合物
- B.  $Mg_3N_2$ 发生水解反应时水是还原剂
- C.  $Mg_3N_2$ 与足量的盐酸反应生成一种盐
- D.  $Mg_3N_2$ 发生水解反应可产生白色沉淀并放出气体

解析  $Mg_3N_2$ 是由 $Mg^{2+}$ 和 $N^{3-}$ 形成的离子化合物,A项错误; $Mg_3N_2$ 发生水解反应的化学方程式为 $Mg_3N_2 + 6H_2O = 3Mg(OH)_2 \downarrow + 2NH_3 \uparrow$ ,该反应中元素的化合价均没有变化,属于非氧化还原反应,B项错误; $Mg_3N_2$ 发生水解反应生成 $Mg(OH)_2$ 白色沉淀并放出氨,D项正确; $Mg_3N_2$ 与足量的盐酸反应的化学方程式为 $Mg_3N_2 + 8HCl$ (足量) $= 3MgCl_2 + 2NH_4Cl$ ,则 $Mg_3N_2$ 与足量的盐酸反应生成两种盐,C项错误。

故答案为D。

点评 金属氮化物易发生水解反应生成金属氢氧化物和氨,其反应属于非氧化还原反应。如: $Li_3N + 3H_2O = 3LiOH + NH_3 \uparrow$ , $Ca_3N_2 + 6H_2O = 3Ca(OH)_2 + 2NH_3 \uparrow$ , $AlN + 3H_2O = Al(OH)_3 \downarrow + NH_3 \uparrow$ 。

### 二、金属磷化物的水解反应

例2 必须在干燥的条件下才能保存 $Ca_3P_2$ , $Ca_3P_2$ 遇水即发生剧烈的水解反应生成 $PH_3$ 。下列叙述中不正确的是( )。

- A.  $Ca_3P_2$ 是离子化合物
- B.  $Ca_3P_2$ 的水解反应属于非氧化还原反应

- C.  $Ca_3P_2$ 发生水解反应不能产生气体
- D. 制备 $Ca_3P_2$ 必须在干态条件下进行

解析  $Ca_3P_2$ 是由 $Ca^{2+}$ 和 $P^{3-}$ 形成的离子化合物,A项正确; $Ca_3P_2$ 发生水解反应的化学方程式为 $Ca_3P_2 + 6H_2O = 3Ca(OH)_2 + 2PH_3 \uparrow$ ,该反应中元素的化合价均没有变化,属于非氧化还原反应,B项正确; $Ca_3P_2$ 发生水解反应产生 $PH_3$ 气体,C项不正确; $Ca_3P_2$ 遇水即发生剧烈的水解反应,则制备 $Ca_3P_2$ 必须在干态条件下进行,D项正确。

故答案为C。

点评 金属磷化物易发生水解反应生成金属氢氧化物和 $PH_3$ 气体,其反应属于非氧化还原反应。如: $AlP + 3H_2O = Al(OH)_3 \downarrow + PH_3 \uparrow$

### 三、金属砷化物、硅化物的水解反应

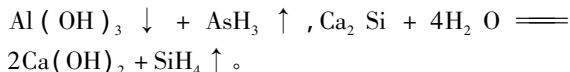
例3  $Ca_3As_2$ 和 $Mg_2Si$ 遇水都能发生水解反应,下列叙述中不正确的是( )。

- A.  $Ca_3As_2$ 发生水解反应的化学方程式为:  
 $Ca_3As_2 + 6H_2O = 3Ca(OH)_2 + 2AsH_3 \uparrow$
- B.  $Ca_3As_2$ 不能与盐酸反应
- C.  $Mg_2Si$ 发生水解反应的化学方程式为:  
 $Mg_2Si + 4H_2O = 2Mg(OH)_2 \downarrow + SiH_4 \uparrow$
- D.  $Mg_2Si$ 能与盐酸反应

解析  $Ca_3As_2$ 发生水解反应生成 $Ca(OH)_2$ 和 $AsH_3$ 气体,其化学方程式为 $Ca_3As_2 + 6H_2O = 3Ca(OH)_2 + 2AsH_3 \uparrow$ ,A项正确; $Ca_3As_2$ 与盐酸反应的化学方程式为 $Ca_3As_2 + 6HCl = 3CaCl_2 + AsH_3 \uparrow$ ,B项不正确; $Mg_2Si$ 发生水解反应生成 $Mg(OH)_2$ 沉淀和 $SiH_4$ ,其化学方程式为 $Mg_2Si + 4H_2O = 2Mg(OH)_2 \downarrow + SiH_4 \uparrow$ ,C项正确; $Mg_2Si$ 与盐酸反应的化学方程式为 $Mg_2Si + 4HCl = 2MgCl_2 + SiH_4 \uparrow$ ,D项正确。

故答案为B。

点评 金属砷化物、硅化物均易发生水解反应生成金属氢氧化物和氢化物( $AsH_3$ 或 $SiH_4$ ),其反应属于非氧化还原反应。如: $AlAs + 3H_2O =$



四、金属碳化物的水解反应

例 4 类比是重要的学习方法之一,但是机械类比往往会产生错误。因此,学习化学要透过现象看本质,谨防思维定势。已知:  $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2 \uparrow$  (此反应为实验室制乙炔的反应原理); 类比  $\text{CaC}_2$  的水解反应,推断  $\text{Mg}_2\text{C}_3$  的水解反应所得产物为( )。

- A.  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  和  $\text{C}_2\text{H}_2$
- B.  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  和  $\text{C}_2\text{H}_4$
- C.  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  和  $\text{CH}_4$
- D.  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  和  $\text{C}_3\text{H}_4$

解析 由反应  $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2 \uparrow$  类推可得,  $\text{Mg}_2\text{C}_3 + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{C}_3\text{H}_4 \uparrow$ , 则  $\text{Mg}_2\text{C}_3$  的水解反应反应所得产物为  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  和  $\text{C}_3\text{H}_4$ 。故答案为 D。

点评 金属碳化物发生水解反应生成金属氢氧化物和烃,其反应属于非氧化还原反应。如:  $\text{Be}_2\text{C} + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Be}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{CH}_4 \uparrow$ ,  $\text{MgC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{C}_2\text{H}_2 \uparrow$ ,  $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CH}_4 \uparrow$ 。

五、金属硫化物的水解反应

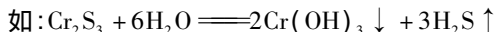
例 5  $\text{Al}_2\text{S}_3$  遇水能发生剧烈的水解反应,下列叙述中不正确的是( )。

- A.  $\text{Al}_2\text{S}_3$  的水解反应属于非氧化还原反应
- B.  $\text{Al}_2\text{S}_3$  的水解反应可产生白色沉淀并放出气体
- C.  $\text{Al}_2\text{S}_3$  不能与盐酸反应
- D. 制备  $\text{Al}_2\text{S}_3$  必须在干态条件下进行

解析  $\text{Al}_2\text{S}_3$  的水解反应化学方程式为  $\text{Al}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}_2\text{S} \uparrow$ , 该反应元素的化合价均没有变化,属于非氧化还原反应, A 项正确;  $\text{Al}_2\text{S}_3$  的水解反应可产生  $\text{Al}(\text{OH})_3$  白色沉淀并放出  $\text{H}_2\text{S}$  气体, B 项正确;  $\text{Al}_2\text{S}_3$  与盐酸反应的化学方程式为  $\text{Al}_2\text{S}_3 + 6\text{HCl} \rightleftharpoons 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{S} \uparrow$ , C 项不正确;  $\text{Al}_2\text{S}_3$  遇水能发生剧烈的水解反应, 则制备  $\text{Al}_2\text{S}_3$  必须在干态条件下进行, D 项正确。

故答案为 C。

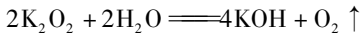
点评 金属硫化物发生水解反应生成金属氢氧化物和硫化氢,其反应属于非氧化还原反应。



六、金属过氧化物的水解反应

例 6 过氧化钠与水的反应为  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ 。该反应的实质是  $\text{Na}_2\text{O}_2$  首先发生水解反应生成  $\text{NaOH}$  和  $\text{H}_2\text{O}_2$ :  $\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2$ , 然后  $\text{H}_2\text{O}_2$  发生分解生成  $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{O}_2$ :  $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ 。下列叙述正确的是( )。

- A. 在  $\text{Na}_2\text{O}_2$  与水的反应中水是氧化剂
- B.  $\text{Na}_2\text{O}_2$  与盐酸的反应属于非氧化还原反应
- C. 在  $\text{Na}_2\text{O}_2$  中阳离子与阴离子的个数比为 1:1
- D.  $\text{K}_2\text{O}_2$  与水反应的化学方程式为:



解析 在  $\text{Na}_2\text{O}_2$  与水的反应中,  $\text{Na}_2\text{O}_2$  既是氧化剂又是还原剂, 而水既不是氧化剂又不是还原剂, A 项错误;  $\text{Na}_2\text{O}_2$  与盐酸的反应为  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 4\text{HCl} \rightleftharpoons 4\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ , 该反应中氧元素的化合价发生了变化, 属于氧化还原反应, B 项错误; 在  $\text{Na}_2\text{O}_2$  中阳离子 ( $\text{Na}^+$ ) 与阴离子 ( $\text{O}_2^{2-}$ ) 的个数比为 2:1, C 项错误; 由反应  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$  可知,  $\text{K}_2\text{O}_2$  与水反应的化学方程式为  $2\text{K}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{KOH} + \text{O}_2 \uparrow$ , D 项正确。

故答案为 D。

点评 金属过氧化物发生水解反应先生成金属氢氧化物和  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$  不稳定又发生分解生成水和氧气; 则金属过氧化物发生水解反应的产物是金属氢氧化物和氧气, 其反应属于氧化还原反应。如:  $2\text{CaO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 \uparrow$ 。

综上所述, 离子型非盐水解反应的实质可看作是非盐中的金属离子与水电离出的  $\text{OH}^-$  结合生成金属氢氧化物, 非盐中的阴离子与水电离出的  $\text{H}^+$  结合生成相应的氢化物 (金属过氧化物水解反应的产物是金属氢氧化物和氧气)。除金属过氧化物的水解反应属于氧化还原反应外, 金属氮化物、金属磷化物、金属砷化物、金属硅化物、金属碳化物、金属硫化物的水解反应均属于非氧化还原反应。

(收稿日期: 2016-09-15)