

# 2014 年高考铝及其化合物考点大扫描

黑龙江省大庆市教师进修学院 (163000) 王静妹

铝是中学化学中重要的金属元素,铝及其化合物相关知识也是历年高考命题的热点.现将 2014 年高考中出现的与铝相关的考点总结如下.

## 一、考查铝单质的性质

例 1 (北京卷第 7 题)下列金属中,表面自然形成的氧化层能保护内层金属不被空气氧化的是 ( ).

- A. K B. Na C. Fe D. Al

解析 K 化学性质非常活泼,在空气中极易被氧气氧化, A 错误; Na 化学性质非常活泼,在空气中极易被氧气氧化, B 错误; Fe 在空气中易被氧气氧化生成一层疏松的  $Fe_2O_3$  氧化膜,无法保护内部金属, C 错误; Al 在空气中易被氧气氧化生成一层致密的  $Al_2O_3$  氧化膜,从而保护内部的 Al 不被腐蚀, D 正确. 答案: D

例 2 (全国卷 II 第 9 题)下列反应中,反应后固体物质增重的是 ( ).

- A. 氢气通过灼热的  $CuO$  粉末  
B. 二氧化碳通过  $Na_2O_2$  粉末  
C. 铝与  $Fe_2O_3$  发生铝热反应  
D. 将锌粒投入  $Cu(NO_3)_2$  溶液

解析 A 发生的反应是  $CuO + H_2 \xrightarrow{\Delta} Cu +$

.....  
 $\bullet > c(CO_3^{2-}) > c(OH^-) > c(H^+)$  碳酸根的水解程度比碳酸氢根的水解程度大.在滴加盐酸至中性时,碳酸钠和盐酸反应生成  $NaHCO_3$ ,  $NaHCO_3$  和盐酸反应生成  $NaCl$ 、 $H_2O$ 、 $CO_2$ 、如果溶质全是  $NaCl$ ,由于有  $CO_2$  溶液就显酸性,所以溶质是  $NaHCO_3$ 、 $NaCl$ 、 $CO_2$ .

六、以钠及其化合物为载体考查化学方程式的书写.

例 10 (2013 年北京高考题)下列解释事实的方程式不准确的是 ( ).

- A. 用浓盐酸检验氨:  $NH_3 + HCl \rightleftharpoons NH_4Cl$   
 B. 碳酸钠溶液显碱性:  $CO_3^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + OH^-$   
 C. 钢铁发生吸氧腐蚀时,铁作负极被氧化:  $Fe - 3e^- \rightleftharpoons Fe^{3+}$

$H_2O$  固体从  $CuO \rightarrow Cu$  质量减小, A 错误; B 项发生的反应是  $2Na_2O_2 + 2CO_2 \rightleftharpoons 2Na_2CO_3 + O_2 \uparrow$ , 固体从  $Na_2O_2 \rightarrow Na_2CO_3$ , 质量增加, B 正确; 发生的反应是  $Al + Fe_2O_3 \xrightarrow{高温} Al_2O_3 + Fe$ , 固体从  $Al + Fe_2O_3 \rightarrow Al_2O_3 + Fe$ , 质量没有变化, C 错误; D 发生的反应是  $Zn + Cu(NO_3)_2 \rightleftharpoons Zn(NO_3)_2 + Cu$ , 固体从  $Zn \rightarrow Cu$ , 质量减小, D 错误.

答案: B

## 二、考查铝的晶体结构

例 3 (全国卷 I 第 37 题)早期发现的一种天然二十面体准晶颗粒由 Al、Cu、Fe 三种金属元素组成.回答下列问题:

(1) 准晶是一种无平移周期序,但有严格准周期位置序的独特晶体,可通过\_\_\_\_\_方法区别晶体、准晶体和非晶体.

(2) 基态 Fe 原子有\_\_\_\_\_个未成对电子,  $Fe^{3+}$  的电子排布式为\_\_\_\_\_.可用硫氰化钾检验  $Fe^{3+}$ , 形成的配合物的颜色为\_\_\_\_\_.

(3) 新制的  $Cu(OH)_2$  可将乙醛( $CH_3CHO$ )氧化成乙酸,而自身还原成  $Cu_2O$ .乙醛中碳原子的杂化轨道为\_\_\_\_\_,  $1mol$  乙醛分子中含有的  $\sigma$  键的数目为\_\_\_\_\_.乙酸的沸点明显高于乙醛,其主要原因是

D. 长期盛放石灰水的试剂瓶内壁出现白色固体:  $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightleftharpoons CaCO_3 \downarrow + H_2O$

解 A. 氨气是碱性气体,氨气能和浓盐酸反应  $NH_3 + HCl \rightleftharpoons NH_4Cl$  生成  $NH_4Cl$  现象为白烟,故 A 正确; B. 碳酸钠为强碱弱酸盐,碳酸钠溶液中碳酸钠电离出的碳酸根离子水解,  $CO_3^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + OH^-$  显碱性,故 B 正确; C. 钢铁中含有碳、铁,根据原电池工作原理,活泼的金属作负极,不如负极活泼的金属或导电的非金属作正极,所以碳作正极,铁作负极被氧化,负极  $Fe - 2e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}$ , 故 C 错误; D. 石灰水中的溶质是氢氧化钙,能与空气中的二氧化碳反应生成碳酸钙和水;由于碳酸钙是一种不溶于水的白色物质,故瓶中常形成一种不溶于水的白色固体;反应的化学方程式为  $CO_2 + Ca(OH)_2 \rightleftharpoons CaCO_3 \downarrow + H_2O$ , 故 D 正确;

答案: C.

(收稿日期: 2014 - 05 - 15)

\_\_\_\_.  $\text{Cu}_2\text{O}$  为半导体材料,在其立方晶胞内部有 4 个氧原子,其余氧原子位于面心和定点,则该晶胞中有 \_\_\_\_ 个铜原子.

(4) Al 单质为面心立方晶体,其晶胞参数  $a = 0.405 \text{ nm}$ ,晶胞中铝原子的配位数为 \_\_\_\_ .列式表示 Al 单质的密度 \_\_\_\_  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

解析 (1) 区分晶体、非晶体的科学方法是 X 射线衍射法. (2) 基态 Fe 原子核外电子排布为  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ , 所以有 4 个未成对电子, 失掉 2 个 4s、1 个 3d 电子形成  $\text{Fe}^{3+}$ , 其电子排布为  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$ ; 形成的硫氰合铁配离子为血红色. (3) 乙醛分子中甲基碳原子空间四面体构型, 采取  $sp^3$  杂化; 醛基是平面结构, 碳原子采取  $sp^2$  杂化;  $\text{CH}_3\text{CHO}$  分子中的碳碳键、4 个碳氢键都是  $\sigma$  键, 碳氧双键中有一个  $\sigma$  键, 所以 1 mol 乙醛分子中共有 6 mol  $\sigma$  键, 也就是  $6N_A$ ; 由于乙酸分子羟基极性更强, 形成了分子间的氢键, 造成沸点升高; 根据分摊原则,  $\text{Cu}_2\text{O}$  晶胞中有 8 个氧原子, 则应该有 16 个 Cu 原子. (4) 面心立方最密堆积的配位数为 12; 面心立方最密堆积的晶胞内有 4 个 Al 原子, 其质量为:  $4 \times 27/N_A \text{ g}$ , 体积为:  $(4.05 \times 10^{-7})^3 \text{ cm}^3$ , 所以其密度为:  $\frac{4 \times 27}{(4.05 \times 10^{-7})^3} N_A$ .

答案: (1) X 射线衍射法 (2) 4,  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$  血红色 (3)  $sp^3$ 、 $sp^2$   $6N_A$  形成了分子间的氢键, 造成沸点升高 16

(4) 12  $\frac{4 \times 27}{(4.05 \times 10^{-7})^3} N_A$

### 三、考查铝离子的性质

例 4 (安徽卷第 13 题) 室温下, 在  $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ Al}_2(\text{SO}_4)_3$  溶液中, 逐滴加入  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaOH}$  溶液, 实验测得溶液 pH 随 NaOH 溶液体积变化曲线如图 1 所示, 下列有关说法正确的是( ).

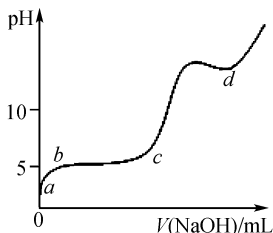


图 1

A. a 点时, 溶液呈酸性的原因是  $\text{Al}^{3+}$  水解, 离子方程式为  $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3$

B. a→b 段, 溶液的 pH 增大,  $\text{Al}^{3+}$  浓度不变

C. b→c 段, 加入的  $\text{OH}^-$  主要用于生成  $\text{Al}(\text{OH})_3$  沉淀

D. d 点时,  $\text{Al}(\text{OH})_3$  沉淀开始溶解

解析  $\text{Al}^{3+}$  水解的离子方程式为  $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$

$\rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ , A 错误; a→b 段, 溶液的 pH 增大, 说明  $c(\text{OH}^-)$  增大, 所以  $\text{Al}^{3+}$  会生成  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , 即  $\text{Al}^{3+}$  浓度降低, B 错误; 根据上述分析可知 C 正确; d 点溶液的 pH 大于 10, 所以  $\text{Al}(\text{OH})_3$  已全部溶解, D 错误. 答案: C

例 5 (四川卷第 3 题) 能正确表示下列反应的离子方程式是( ).

A.  $\text{Cl}_2$  通入 NaOH 溶液中:  $\text{Cl}_2 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$

B.  $\text{NaHCO}_3$  溶液中加入 HCl:  $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

C.  $\text{AlCl}_3$  溶液中加入过量稀氨水:  $\text{Al}^{3+} + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{AlO}_2^- + 4\text{NH}_4^+ + 2\text{H}_2\text{O}$

D. Cu 溶液与稀  $\text{HNO}_3$ :  $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

解析  $\text{Cl}_2$  通入 NaOH 溶液中:  $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ , A 错误; 碳酸氢根不能拆, B 错误; 氢氧化铝不能和氨水反应, C 错误; D 选项正确. 答案: D

### 四、考查铝离子的检验

例 6 (浙江卷第 13 题) 雾霾严重影响人们的生活与健康. 某地区的雾霾中可能含有如下可溶性无机离子:  $\text{Na}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ . 某同学收集了该地区的雾霾, 经必要的预处理后得试样溶液, 设计并完成了如图 2 所示的实验:

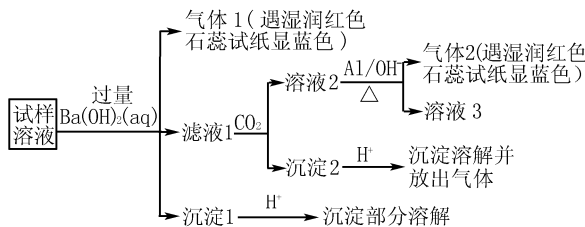


图 2

已知:  $3\text{NO}_3^- + 8\text{Al} + 5\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 3\text{NH}_3 + 8\text{AlO}_2^-$ . 根据以上的实验操作与现象, 该同学得出的结论不正确的是( ).

A. 试样中肯定存在  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  和  $\text{NO}_3^-$

B. 试样中一定不含  $\text{Al}^{3+}$

C. 试样中可能存在  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$

D. 该雾霾中可能存在  $\text{NaNO}_3$ 、 $\text{NH}_4\text{Cl}$  和  $\text{MgSO}_4$

解析 加入过量氢氧化钡, 生成气体遇湿润红色石蕊试纸变蓝, 说明有铵根; 沉淀 1 加入氢离子, 沉淀部分溶解说明含有镁离子和硫酸根, 通入二氧化碳生成沉淀 2 加入氢离子沉淀溶解并放出气体,

说明沉淀有碳酸钡沉淀,也可能有氢氧化铝沉淀,根据  $3\text{NO}_3^- + 8\text{Al} + 5\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 3\text{NH}_3 + 8\text{AlO}_2^-$ , 说明溶液中一定含有硝酸根, A 正确; 溶液中可能含有铝离子, 铝离子与过量氢氧化钡反应生成偏铝酸根, 通二氧化碳生成氢氧化铝沉淀进入 2 中, 加入氢离子溶解, B 错误; 试样中可能存在  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ , C 正确; 该雾霾中可能存在  $\text{NaNO}_3$ 、 $\text{NH}_4\text{Cl}$  和  $\text{MgSO}_4$ , D 正确. 答案: B

五、考查氢氧化铝的性质

例 7 (福建卷第 9 题) 常温下, 下列各组物质中, Y 既能与 X 反应又能与 Z 反应的是( ).

	X	Y	Z
①	NaOH 溶液	$\text{Al}(\text{OH})_3$	稀硫酸
②	KOH 溶液	$\text{SiO}_2$	浓盐酸
③	$\text{O}_2$	$\text{N}_2$	$\text{H}_2$
④	$\text{FeCl}_3$ 溶液	Cu	浓硝酸

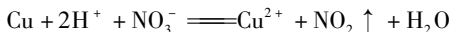
- A. ①③    B. ①④    C. ②④    D. ②③

解析 氢氧化铝既能与稀硫酸反应又能与氢氧化钠反应, ①正确; 二氧化硅不与盐酸反应, ②错误; 氮气与氧气和氢气常温下不反应, ③错误; 铜与氯化铁反应, 与浓硝酸反应, ④正确. 答案: B

六、考查偏铝酸盐的性质

例 8 (江苏卷第 7 题) 下列指定反应的离子方程式正确的是( ).

A. Cu 溶于稀硝酸  $\text{HNO}_3$ :



B.  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$  溶液与过量 NaOH 溶液反应制  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ :  $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$

C. 用  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶解  $\text{CaCO}_3$ :  $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

D. 向  $\text{NaAlO}_2$  溶液通入过量  $\text{CO}_2$  制  $\text{Al}(\text{OH})_3$ :  $\text{CO}_2 + \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{HCO}_3^-$

解析 铜和稀硝酸反应生成 NO, A 错误; 硫酸亚铁铵与过量氢氧化钠反应除生成氢氧化亚铁沉淀外, 还生成氨水, B 错误; C 选项中醋酸为弱电解质, 应写成化学式, C 错误; 偏铝酸钠通入过量二氧化碳, 生成氢氧化铝和碳酸氢根, D 正确. 答案: D

七、考查铝盐的性质和用途

例 9 (重庆卷第 1 题) 下列物质的使用不涉及化学变化的是( ).

- A. 明矾用作净水剂    B. 液氨用作致冷剂  
C. 氢氟酸刻蚀玻璃    D. 生石灰作干燥剂

解析 A. 明矾净水发生的反应为  $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$

$\rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ ; B. 根据  $\text{NH}_3$  易液化, 液氨用作制冷剂, 没有涉及到化学变化; C. 玻璃中含有  $\text{SiO}_2$ , 可以用 HF(氢氟酸)来刻蚀玻璃, 反应的化学方程式为:  $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} \rightleftharpoons \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ; D. 生石灰能和水发生反应来吸收水, 生成熟石灰. 答案: B

八、考查碱式硫酸铝的制备

例 10 (江苏卷第 8 题) 烟气脱硫能有效减少二氧化硫的排放. 实验室用粉煤灰(主要含  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$  等)制备碱式硫酸铝  $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_x(\text{OH})_{6-2x}]$  溶液, 并用于烟气脱硫研究.

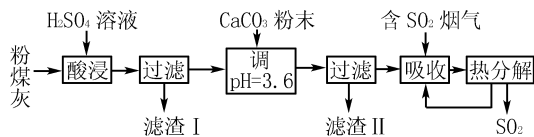


图 3

(1) 酸浸时反应的化学方程式为 \_\_\_\_\_; 滤渣 I 的主要成分为 \_\_\_\_\_ (填化学式).

(2) 加  $\text{CaCO}_3$  调节溶液的 pH 至 3.6, 其目的是中和溶液中的酸, 并使  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  转化为  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_x(\text{OH})_{6-2x}$ . 滤渣 II 的主要成分为 \_\_\_\_\_ (填化学式); 若溶液的 pH 偏高, 将会导致溶液中铝元素的含量降低, 其原因是 \_\_\_\_\_ (用离子方程式表示).

(3) 上述流程中经完全热分解放出的  $\text{SO}_2$  量总是小于吸收的  $\text{SO}_2$  量, 其主要原因是 \_\_\_\_\_; 与吸收  $\text{SO}_2$  前的溶液相比, 热分解后循环利用的溶液的 pH 将 \_\_\_\_\_ (填“增大”、“减小”或“不变”).

解析 (1) 粉煤灰中含有氧化铝和二氧化硅, 加入硫酸, 氧化铝与硫酸反应, 二氧化硅不和硫酸反应, 化学方程式为:  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ . 滤渣的成分为二氧化硅. (2) 加入碳酸钙调节溶液的 pH, 溶液中的硫酸根与钙离子结合生成滤渣, 滤渣 II 的主要成分是硫酸钙; 若溶液的 pH 偏高, 则部分硫酸铝转化成氢氧化铝沉淀, 导致溶液中的铝离子含量降低, 离子方程式为  $3\text{CaCO}_3 + 2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{CaSO}_4 + 3\text{CO}_2$ . (3) 流程中完全分解产生的二氧化硫小于被吸收的二氧化硫的总量, 主要是因为有部分亚硫酸根被氧化成硫酸根; 二氧化硫被吸收后生成盐, 被循环利用的溶液的 pH 值减小.

答案: (1)  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$      $\text{SiO}_2$     (2)  $\text{CaSO}_4$      $3\text{CaCO}_3 + 2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{CaSO}_4 + 3\text{CO}_2$

(3) 溶液中的部分亚硫酸根被氧化成硫酸根    减小

(收稿日期: 2014-09-01)