



D O与S为同主族元素,且O比S的非金属性强  
K的金属性比Na强,选项C错误;同主族从  
上至下电子层数增加,金属性增强,非金属  
性减弱.选项A、D正确;同周期Li到F,非金属性逐  
渐增强,F的非金属性最强,选项B正确.

答案 C.

例3 (2008年全国卷I)下列叙述中正确的是  
( ).

- A  $\text{NH}_3$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$  都是极性分子;  
B  $\text{CH}_4$ 、 $\text{CCl}_4$  都是含有极性键的非极性分子;  
C  $\text{HF}$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{HBr}$ 、 $\text{HI}$  的稳定性依次增强;  
D  $\text{CS}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{C}_2\text{H}_2$  都是直线型分子

HF最稳定,选项C错误;一般常见的有极性  
键的非极性分子是 $\text{CO}_2$ 、 $\text{CS}_2$ 、 $\text{BF}_3$ 、 $\text{CH}_4$ 、  
 $\text{CCl}_4$ ,可知选项A错误,选项B正确.选项D中的  
 $\text{H}_2\text{O}$ 为角型,不是直线型是个常识.

答案 B.

实践证明通过巧记元素周期律,就能妙解高考常  
见题.我们解决问题的关键是:如何能快速、直接地灵  
活运用理论知识解析相关问题.学习的过程中,如果  
你能经常自我总结、反思,内化、建构,就会有更多的  
“小窍门”,从而可更好地学习,提高综合素养.

#### 链接练习

1. X、Y、Z、W、R是5种短周期元素,其原子序数依次增  
大.X是元素周期表中原子半径最小的元素,Y原子最外  
层电子数是次外层电子数的3倍,Z、W、R处于同一周  
期,R与Y处于同一族,Z、W原子的核外电子数之和与  
Y、R原子的核外电子数之和相等.下列说法中正确的是  
( ).

- A 元素Y、Z、W具有相同电子层结构的离子,其半  
径依次增大;  
B 元素X不能与元素Y形成化合物 $\text{X}_2\text{Y}_2$ ;  
C 元素Y、R分别与元素X形成的化合物的热稳定  
性: $\text{X}_m\text{Y}$ 大于 $\text{X}_m\text{R}$ ;  
D 元素W、R的最高价氧化物的水化物都是强酸

2. 短周期金属元素甲~戊在元素周期表中的相对位置  
如右表所示,下面判断正确的是( ).

- A 原子半径:丙小于丁小于戊;  
B 金属性:甲大于丙;  
C 氢氧化物碱性:丙大于丁大于戊;  
D 最外层电子数:甲大于乙

甲	乙	
丙	丁	戊

#### 链接练习参考答案

1. C. 2. C.

(作者单位:河北省霸州市第四中学)

## 氢氧化铝沉淀 图象归类分析



◇ 山东 刘春亮

铝及其化合物的性质,是中学化学的一个重要内  
容,其中 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{AlO}_2^-$ 的相互转化则是本部  
分的难点.含有 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{AlO}_2^-$ 的溶液随着某种试剂的  
逐渐加入, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀量的变化以图象的形式展  
现称为铝沉淀图象.铝沉淀图象不仅能直观地将  
 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{AlO}_2^-$ 的性质表现出来,而且能反映  
出反应物间以及反应物与 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀的量的关  
系.因此,有关铝沉淀图象的试题是包括高考在内的  
各级各类考试的热点内容之一.氢氧化铝沉淀图象有  
多种类型,按照 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀的生成和溶解大致可  
分为以下8类.

第1类 向 $\text{AlCl}_3$ 溶液中  
滴加 $\text{NaOH}$ 溶液直至过量(见  
图1).

首先发生的反应是 $\text{A} \rightarrow \text{B}$ ,  
 $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ ,  
溶液中产生白色沉淀并逐渐增  
多;当 $\text{AlCl}_3$ 全部转化为 $\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ 时,继续加入的

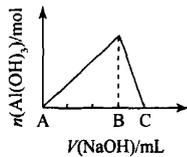


图1

$\text{NaOH}$ 与 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 反应,发生的反应是:图1中 $\text{B} \rightarrow$   
 $\text{C}$ , $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = \text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$ ,这时白色沉淀  
逐渐减少,最后全部消失.注:图1中的 $\text{A} \rightarrow \text{B}$ 和 $\text{B} \rightarrow \text{C}$   
所需的 $\text{NaOH}$ 的物质的量比为3:1.

第2类 向盐酸酸化后的  
 $\text{AlCl}_3$ 溶液滴加 $\text{NaOH}$ 溶液直  
至过量(见图2).

首先发生的反应是: $\text{A} \rightarrow \text{B}$   
 $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ ,  
溶液中无明显现象.

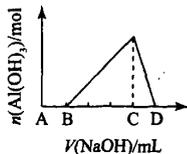


图2

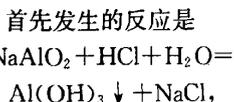
当溶液中的盐酸完全中和后,继续滴加 $\text{NaOH}$ 溶  
液,发生的反应是 $\text{AlCl}_3 + 3\text{NaOH} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow +$   
 $3\text{NaCl}$ ,见图2中的 $\text{B} \rightarrow \text{C}$ ,溶液中产生白色沉淀并逐  
渐增多.

当 $\text{AlCl}_3$ 全部转化为 $\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ 时,继续加入的



NaOH 与  $\text{Al}(\text{OH})_3$  反应, 则有  $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = \text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$ , 见图 2 中的 C→D, 这时白色沉淀逐渐减少, 最后全部消失. 注: 图 2 中的 B→C 和 C→D 所需的 NaOH 的物质的量比为 3:1.

**第 3 类** 向  $\text{NaAlO}_2$  溶液滴加盐酸至过量 (见图 3).



见图 3 中 A→B, 溶液中产生白色沉淀并逐渐增多.

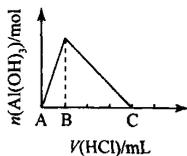


图 3

当  $\text{NaAlO}_2$  全部转化为  $\text{Al}(\text{OH})_3$  沉淀时, 继续加入的盐酸与  $\text{Al}(\text{OH})_3$  反应,  $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} = \text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ , 见图 3 中 B→C, 这时白色沉淀逐渐减少, 最后全部消失. 注: 图 3 中的 A→B 和 B→C 所需的 HCl 的物质的量比为 1:3.

**第 4 类** 向 NaOH 与  $\text{NaAlO}_2$  混合液中滴加盐酸直至过量 (见图 4).

首先发生的反应是  $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ , 见图 4 中 A→B, 溶液中无明显现象.

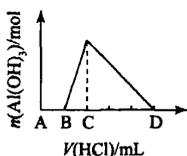


图 4

当溶液中的 NaOH 完全中和后, 继续滴加盐酸, 发生的反应是  $\text{NaAlO}_2 + \text{HCl} + \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NaCl}$ , 见图 4 中的 B→C, 溶液中产生白色沉淀并逐渐增多.

当  $\text{NaAlO}_2$  全部转化为  $\text{Al}(\text{OH})_3$  沉淀时, 继续加入的盐酸与  $\text{Al}(\text{OH})_3$  反应,  $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} = \text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ , 见图 4 中的 C→D, 这时白色沉淀逐渐减少, 最后全部消失. 注: 图 4 中的 B→C 和 C→D 所需的 HCl 的物质的量比为 1:3.

**第 5 类** 向 NaOH 溶液滴加  $\text{AlCl}_3$  溶液直至过量 (见图 5).

首先发生的反应是  $4\text{NaOH} + \text{AlCl}_3 = \text{NaAlO}_2 + 3\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$  (或  $12\text{NaOH} + 3\text{AlCl}_3 = 3\text{NaAlO}_2 + 9\text{NaCl} + 6\text{H}_2\text{O}$ ), 见图 5 中的 A→B, 溶液中无明显现象.

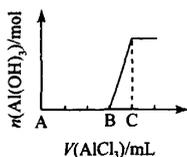


图 5

当溶液中的 NaOH 全部转化成  $\text{NaAlO}_2$  后, 继续滴加  $\text{AlCl}_3$  溶液, 发生的反应是  $3\text{NaAlO}_2 + \text{AlCl}_3 + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NaCl}$ , 见图 5 中的 B→C, 溶液中产生白色沉淀并逐渐增多. 注: 图 5 中的 A→B 和 B→C 所需的  $\text{AlCl}_3$  的物质的量比为 3:1.

**第 6 类** 向盐酸中滴加  $\text{NaAlO}_2$  溶液直至过量 (见图 6).

首先发生的反应是  $4\text{HCl} + \text{NaAlO}_2 = \text{AlCl}_3 + \text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$ , 见图 6 中的 A→B, 溶液中无明显现象.

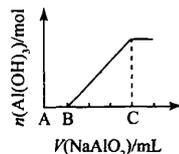


图 6

当溶液中的 HCl 全部转化成  $\text{AlCl}_3$  后, 继续滴加  $\text{NaAlO}_2$  溶液, 发生的反应是  $\text{AlCl}_3 + 3\text{NaAlO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NaCl}$ , 见图 6 中的 B→C, 溶液中产生白色沉淀并逐渐增多. 注: 图 6 中的 A→B 和 B→C 所需的  $\text{NaAlO}_2$  的物质的量比为 1:3.

**第 7 类** (见图 7)

1) 向  $\text{AlCl}_3$  溶液中滴加氨水直至过量以及向氨水中滴加  $\text{AlCl}_3$  溶液直至过量:

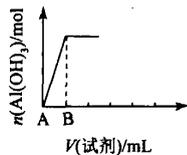
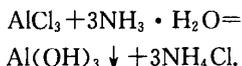
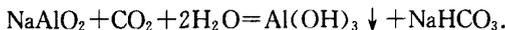
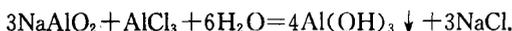


图 7

2) 向  $\text{NaAlO}_2$  溶液中通入  $\text{CO}_2$  直至过量:



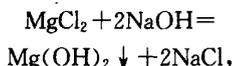
3) 向  $\text{AlCl}_3$  溶液中滴入  $\text{NaAlO}_2$  溶液直至过量以及向  $\text{NaAlO}_2$  溶液滴入  $\text{AlCl}_3$  溶液直至过量:



以上反应的现象都是溶液中产生白色沉淀并逐渐增多直至不再变化.

**第 8 类** 向等物质的量混合的  $\text{MgCl}_2$ 、 $\text{AlCl}_3$  溶液中滴加 NaOH 直至过量 (见图 8).

首先发生的反应是



见图 8 中 A→B, 溶液中产生白色沉淀并逐渐增多.

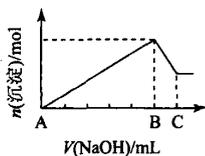


图 8

当溶液中沉淀量达到最大时, 继续滴加 NaOH 溶液, 发生的反应是: 图 8 中 B→C,  $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} = \text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ , 则沉淀逐渐减少直至不再变化.

**例 1** 将溶液 (或气体) X 逐渐加入到 (或通入到) 一定量的 Y 溶液中, 产生沉淀的量  $m$  与加入 X 物质的量  $n$  的关系如图 9, 符合图中情况的 1 组物质是 ( ).

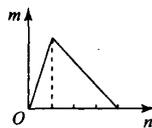


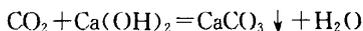
图 9

	A	B	C	D
X	$\text{CO}_2$	NaOH	$\text{NH}_3$	HCl
Y	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$\text{AlCl}_3$	$\text{MgSO}_4$	$\text{NaAlO}_2$

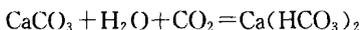


**解析** 分析图象可以看出, X 物质的量  $n$  为 1 份时, 产生沉淀的量  $m$  达到最大, 然后再加入的 X 物质的量  $n$  为 3 份时, 沉淀完全消失, 即沉淀达到最大量和沉淀完全消失需要的 X 物质的量  $n$  为 1:3.

将  $\text{CO}_2$  通入到  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  溶液中的反应:



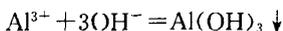
(沉淀量由 0 到最大),



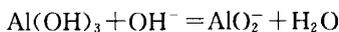
(沉淀量由最大到 0),

由此看出沉淀达到最大量和沉淀完全消失需要的  $\text{CO}_2$  物质的量  $n$  为 1:1, 因此, 选项 A 不符合题意.

$\text{NaOH}$  溶液逐滴滴加到  $\text{AlCl}_3$  溶液中的反应为:



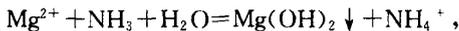
(沉淀量由 0 到最大),



(沉淀量由最大到 0),

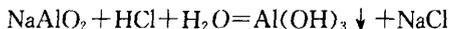
由此看出沉淀达到最大量和沉淀完全消失需要  $\text{NaOH}$  的物质的量  $n$  为 3:1, 因此, 选项 B 不符合题意.

将  $\text{NH}_3$  通入到  $\text{MgSO}_4$  溶液中的反应:

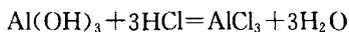


继续通入  $\text{NH}_3$  至过量,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  不再溶解, 因此选项 C 不符合题意.

将  $\text{HCl}$  通入到  $\text{NaAlO}_2$  溶液中的反应:



(沉淀量由 0 到最大),



(沉淀量由最大到 0),

由此看出沉淀达到最大量和沉淀完全消失需要  $\text{HCl}$  的物质的量  $n$  为 1:3, 因此, 选项 D 符合题意.

**答案 D.**

**例 2** 把由  $\text{NaOH}$ 、 $\text{AlCl}_3$ 、 $\text{MgCl}_2$  这 3 种固体组成的混合物溶于足量的水中, 有 0.58 g 白色沉淀析出, 向所得的浊液里, 逐滴加入  $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的盐酸, 加入盐酸的体积和生成沉淀的质量如图 10 所示.

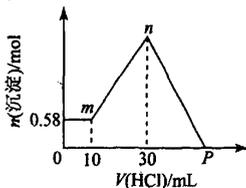


图 10

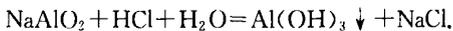
(1) 混合物中  $\text{NaOH}$  的质量是 \_\_\_\_\_ g;  $\text{AlCl}_3$  的质量是 \_\_\_\_\_ g;  $\text{MgCl}_2$  的质量是 \_\_\_\_\_ g.

(2)  $P$  点所表示盐酸加入体积是 \_\_\_\_\_ mL.



**解析** 由图 10 可知, 加入盐酸, 开始无沉淀, 后来才有沉淀产生, 说明氢氧化钠在与  $\text{AlCl}_3$  全

部反应生成  $\text{NaAlO}_2$  后还有剩余, 则可判断 0.58 g 沉淀为  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , 物质的量为 0.01 mol, 所以原  $\text{MgCl}_2$  也是 0.01 mol, 质量为 0.95 g. 图中  $mn$  段发生的反应是:



由化学方程式可看出

$$n(\text{HCl}) = n[\text{Al}(\text{OH})_3] = n(\text{Al}) =$$

$$0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times (0.030 - 0.010) \text{ L} = 0.01 \text{ mol}$$

原  $\text{AlCl}_3$  的质量为

$$0.01 \text{ mol} \times 133.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.335 \text{ g}$$

混合物中  $\text{NaOH}$  的物质的量是剩余的  $\text{NaOH}$  和  $\text{AlCl}_3$ 、 $\text{MgCl}_2$  消耗的  $\text{NaOH}$  物质的量的总和

$$n(\text{NaOH}) = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.01 \text{ L} +$$

$$0.01 \text{ mol} \times 4 + 0.01 \text{ mol} \times 2 = 0.065 \text{ mol}$$

则  $m(\text{NaOH}) = 0.065 \text{ mol} \times 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.6 \text{ g}$ .

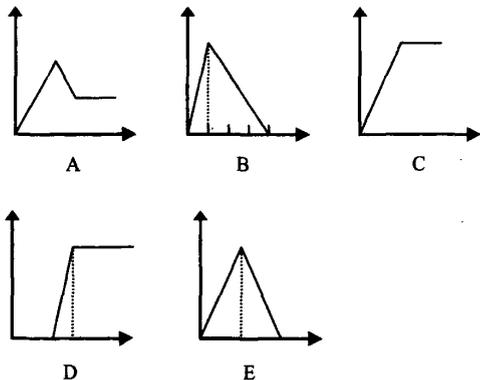
$P$  点时消耗的盐酸等于原  $\text{NaOH}$  的物质的量 0.065 mol, 此时盐酸的体积是

$$V = 0.065 \text{ mol} / 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.13 \text{ L} = 130 \text{ mL}$$

**答案** (1) 2.6, 1.335, 0.95; (2) 130.

#### 链接练习

下列 5 个图中, 横坐标表示加入的物质的量, 纵坐标表示生成沉淀的量从 A~E 中选择各题要求的序号填入表中.



溶液	加入的物质	答案序号
饱和石灰水	通 $\text{CO}_2$ 至过量	
$\text{AlCl}_3$ 溶液	通过量的 $\text{NH}_3$	
含少量 $\text{NaOH}$ 的 $\text{NaAlO}_2$ 溶液	通过量的 $\text{CO}_2$	
$\text{NaAlO}_2$ 溶液	滴加稀 $\text{HCl}$ 至过量	
$\text{MgCl}_2$ 、 $\text{AlCl}_3$ 的混合液	滴加 $\text{NaOH}$ 至过量	

#### 链接练习参考答案

E、C、D、B、A.

(作者单位: 山东省博兴第一中学)