

## 實驗十 陰離子的定性分析

### 一、目的

熟悉  $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\text{CrO}_4^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Br}^-$ 、 $\text{I}^-$  這八種常見陰離子的沉澱反應，藉以作為溶液中此離子存在與否的定性判斷。



圖 10-1 進行陰離子的檢測

## 二、原理

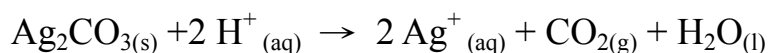
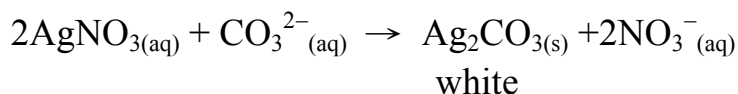
金屬元素通常與一種或多種的非金屬共存於化合物中，如果在一物質中發現有銀離子，則下一步驟為決定其是以硝酸銀、氯化銀、或是硫酸銀存在，換句話說，就是要鑑定與銀離子共同存在的陰離子，是硝酸根離子( $\text{NO}_3^-$ )、氯離子( $\text{Cl}^-$ )、還是硫酸根離子( $\text{SO}_4^{2-}$ )。

陰離子的分析常用一般的消去試驗( elimination test )以判斷該離子存在與否。例如：待分析的八種陰離子中不會與  $\text{AgNO}_3(\text{aq})$  產生沉澱，但會與  $\text{BaCl}_2(\text{aq})$  產生沉澱，且沉澱物可溶於  $\text{HNO}_3(\text{aq})$  的離子，經由會與  $\text{AgNO}_3(\text{aq})$  產生沉澱的消去了  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\text{CrO}_4^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Br}^-$ 、 $\text{I}^-$ ，只剩  $\text{NO}_3^-$  與  $\text{SO}_4^{2-}$ ，又  $\text{NO}_3^-$  不會與  $\text{BaCl}_2(\text{aq})$  產生沉澱，因此再被消去，答案則呼之欲出的很顯然應該是  $\text{SO}_4^{2-}$ ，再者  $\text{BaSO}_4(\text{s})$  確實可以在  $\text{HNO}_3(\text{aq})$  溶解，因此更加確定了。

當然，如果要將溶液中所含的陰離子做準確的判斷，需要相當多次的消去試驗，或是如同陽離子般的，依系統一族一族的分類，再進行確定，需要繁瑣的程序與相當多的時間，有些判斷方法是加入  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ ，將待測溶液加熱，依是否產生氣體或所產生氣體的顏色來做判斷，但這些氣體可能是  $\text{NO}_2(\text{g})$ 、 $\text{HCl}(\text{g})$ 、 $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ 、 $\text{SO}_2(\text{g})$  等，相當傷害呼吸系統，所以本實驗略去不進行。且採取個別離子的定性分析，以簡化實驗程序。

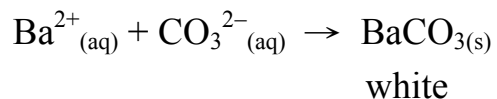
本實驗待進行定性分析的八種陰離子做 A-1 實驗為：加入  $\text{AgNO}_3(\text{aq})$ ，觀察有無沉澱物產生及沉澱物的顏色和反應方程式，A-2 為：將前述沉澱物加入硝酸，觀察沉澱物是否有變化。

以  $\text{CO}_3^{2-}$  為例：



本實驗待進行定性分析的八種陰離子做 B-1 實驗為：加入  $\text{BaCl}_{2(\text{aq})}$ ，觀察有無沉澱物產生及沉澱物的顏色和反應方程式，B-2 為：將沉澱物加入  $\text{HNO}_{3(\text{aq})}$ ，觀察沉澱物是否溶解。

仍以  $\text{CO}_3^{2-}$  為例：



其餘的七種離子由同學自行實驗，觀察、記錄並且寫出反應方程式，累積了一學期的功力，相信必能迎刃而解。

### 三、藥品(藥品皆已配製，直接取藥即可)

1. 硝酸鉀 (Potassium nitrate,  $\text{KNO}_3(\text{aq})$ )
2. 硫酸鉀 (Potassium sulfate,  $\text{K}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ )
3. 碳酸鉀 (Potassium carbonate,  $\text{K}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ )
4. 磷酸鉀 (Potassium phosphate,  $\text{K}_3\text{PO}_4(\text{aq})$ )
5. 鉻酸鉀 (Potassium chromate,  $\text{K}_2\text{CrO}_4(\text{aq})$ )
6. 氯化鉀 (Potassium chloride,  $\text{KCl}(\text{aq})$ )
7. 溴化鉀 (Potassium bromide,  $\text{KBr}(\text{aq})$ )
8. 碘化鉀 (Potassium iodide,  $\text{KI}(\text{aq})$ )
9. 硝酸銀 (Silver nitrate,  $\text{AgNO}_3(\text{aq})$ )
10. 硝酸 (Nitric acid,  $\text{HNO}_3(\text{aq})$ )
11. 氯化鋇 (Barium chloride,  $\text{BaCl}_2(\text{aq})$ )

### 四、器材

#### A. 抽屜拿出：

1. 試管架
2. 試管：10 支
3. 滴管

#### B. 助教發配，實驗後歸還：

1. 試管：6 支

#### C. 其他器材：

1. 奇異筆

## 五、步驟

1. 備妥 16 支乾淨的試管，排列於試管架上，分 A、B 兩組，每組 8 支試管。管壁以奇異筆標明各試管代碼，以免混淆。
2. 在 A、B 兩組試管中，每支試管放一種陰離子，各管均加 10 滴，依序待測的 8 種陰離子分別是  $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\text{CrO}_4^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Br}^-$ 、 $\text{I}^-$ 。
3. 於 A 組的 8 支試管中分別加入 0.1 M  $\text{AgNO}_3(\text{aq})$  10 滴，稍加搖晃，觀察並紀錄有否沉澱產生及沉澱物顏色。(加入試劑後，沒有任何變化，則標示“ No reaction “，以下皆同)
4. 繼續於 A 組的 8 支試管中各加入 6 M  $\text{HNO}_3(\text{aq})$  10 滴，稍加搖晃，觀察並記錄步驟 3 的沉澱物是否溶解。
5. 於 B 組的 8 支試管中分別加入 0.1 M  $\text{BaCl}_2(\text{aq})$  10 滴，稍加搖晃，觀察並紀錄是否有沉澱產生及沉澱物顏色。
6. 繼續於 B 組的 8 支試管中，分別加入 6 M  $\text{HNO}_3(\text{aq})$  10 滴，稍加搖晃，觀察並紀錄步驟 5 的沉澱物是否溶解。

六、數據與結果：

A 組：

A-1 :  $\text{AgNO}_3(\text{aq})$

A-2 : 6 M  $\text{HNO}_3(\text{aq})$

陰離子 \ 項目	A-1 有無 沉澱	A-1 反應方程式 及沉澱物顏色	A-2 變化	A-2 反應方程式
$\text{NO}_3^-$	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
$\text{SO}_4^{2-}$	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
$\text{CO}_3^{2-}$	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
$\text{PO}_4^{3-}$	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
$\text{CrO}_4^{2-}$	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
$\text{Cl}^-$	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
$\text{Br}^-$	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
$\text{I}^-$	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

B 組：

B-1 : BaCl<sub>2(aq)</sub>B-2 : 6M HNO<sub>3(aq)</sub>

陰離子 \ 項目	B-1 有無 沉澱	B-1 反應方程式 及 沉澱物顏色	B-2 變化	B-2 反應方程式
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Cl <sup>-</sup>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Br <sup>-</sup>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
I <sup>-</sup>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

## 七、問題與討論：

1. 說明  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$  的檢驗法。

2. 說明  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$  的檢驗法。

## 八、實驗心得與討論：

誤差討論：

心得：

