

第四章 常見的化學反應

4-1 化學反應的分類

(一)化學反應的型式：

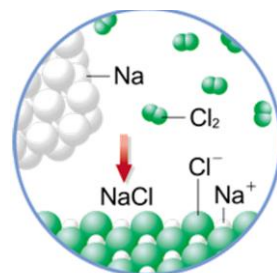
A、**結合反應**(化合反應)：

(1) 由兩種(或兩種以上)物質相互反應，生成另一種與原來不同物質的反應型式。

(2) 通式： $A + B \rightarrow AB$

(3) 實例：

1. $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
2. $2\text{Na}(\text{s}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NaCl}(\text{s})$
3. $\text{Na}_2\text{O}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$
4. $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$



▲ 鈉與氯化合，生成氯化鈉

B、**分解反應**：

(1) 由一種物質分解生成多種元素或化合物的反應型式。

(2) 通式： $AB \rightarrow A + B$

(3) 實例：

1. 照光： $2\text{HgO}(\text{s}) \rightarrow 2\text{Hg}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$
2. 加熱： $2\text{KClO}_3(\text{s}) \rightarrow 2\text{KCl}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g})$
3. 通電： $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$
4. 火山爆發實驗： $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{橙紅色}) \rightarrow \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + \text{Cr}_2\text{O}_3(\text{綠色})$

C、**置換反應**：

(1) 又稱為**取代**反應，化合物中的某一組成元素被其他元素單質所取代的反應。

(2) 通式： $A + BC \rightarrow B + AC$

(3) 實例：

1. 金屬的取代： $\text{Zn}(\text{s}) + \text{CuSO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) + \text{ZnSO}_4(\text{aq})$
2. 金屬的取代： $\text{Al}(\text{s}) + \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Fe}(\text{s}) + \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$
3. 金屬的取代： $\text{Cu}(\text{s}) + 2\text{AgNO}_3(\text{aq}) \rightarrow 2\text{Ag}(\text{s}) + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$
4. 非金屬的取代： $\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{NaBr}(\text{aq}) \rightarrow \text{Br}_2(\text{l}) + \text{NaCl}(\text{aq})$

D、**複分解反應**：

(1) 兩種化合物互相交換成分，生成另外兩種化合物的反應，多數發生在**水溶液**中。

(2) 通式： $AB + CD \rightarrow CB + AD$

(3) 實例：**【註】**：金屬取代**金屬**，非金屬取代**非金屬**，或正價元素取代**正價元素**。

1. $\text{BaCl}_2(\text{aq}) + \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{BaSO}_4(\text{s})\downarrow + 2\text{NaCl}(\text{aq})$
2. $\text{NaCl}(\text{aq}) + \text{AgNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})\downarrow + \text{NaNO}_3(\text{aq})$
3. $\text{K}_2\text{CrO}_4(\text{aq}) + \text{BaCl}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{BaCrO}_4(\text{s})\downarrow + 2\text{KCl}(\text{aq})$
4. $\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{BaSO}_4(\text{s})\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

E、**燃燒反應**：

(1) 物質產生劇烈的氧化作用，同時有光和熱產生。

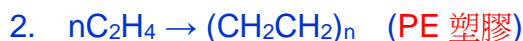
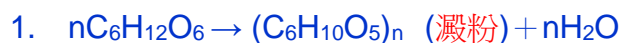
(2) 實例：**【註】**：**C、H**或**C、H、O**化合物完全燃燒，產物為**CO₂**與**H₂O**。

1. 金屬燃燒： $\text{Mg}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{MgO}(\text{s})$ (強烈白光)
2. 金屬燃燒： $\text{Mg}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}(\text{s}) + \text{MgO}(\text{s})$ ☆：鎂帶在二氧化碳中可燃。
3. 烴類燃燒： $\text{CH}_4(\text{g})(\text{天然氣}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
4. 烴類燃燒： $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g})(\text{液化石油氣}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

F、聚合反應：

(1) 許多單體小分子反應，產生分子量很大的高分子化合物。

(2) 實例：

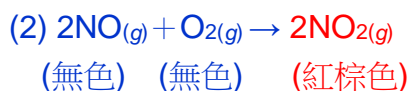
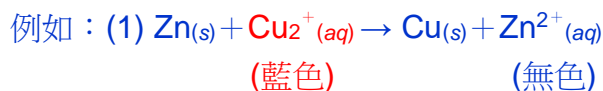


(二)化學反應伴隨的現象：



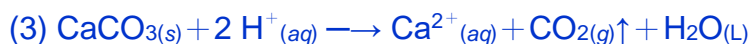
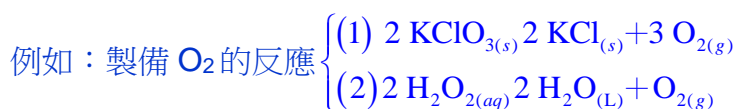
A、顏色的變化：

(1) 由於反應物或生成物本身顏色的有無，以致反應過程中可能觀察到顏色的改變。



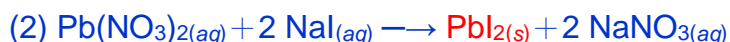
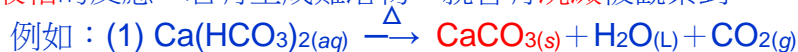
B、氣體的生成：

(1) 固、液相反應，若產物之一為氣體，則很容易觀察到氣體的產生。



C、沉澱的產生：

(1) 液相的反應，若有生成難溶物，就會有沉澱被觀察到。



D、能量的變化：

(1) 化學反應一定會有吸熱或放熱現象發生，若在液相中進行，則液相溫度也會有上升或下降的現象。

(2) 放熱反應時，將熱放至溶液中，則溶液的溫度會上升；

吸熱反應時，吸收溶液的熱量，則溶液的溫度會下降。



(三)常見的化學沉澱口訣：

A、全部為可溶之離子： NO_3^- 、 CH_3COO^- 、 IA^+ 、 NH_4^+
{ "硝酸根" "醋酸根" "IA" "銨" }
消 除 — A 安

B、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 與下列離子均可產生沉澱：
亞汞 Hg_2^{2+} 、亞銅 Cu^+ 、鉛 Pb^{2+} 、銀 Ag^+ 、亞鉍 Tl^+
{氯 溴 碘：汞 銅 鉛 銀 鉍
呂 秀 蓮：共 同 姦 淫 它}

*常用：氯化銀 \rightarrow 白色 溴化銀 \rightarrow 淡黃色 碘化銀 \rightarrow 黃色

C、硫酸根 SO_4^{2-} 與下列離子均可產生沉澱： Sr^{2+} 、 Ba^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Ra^{2+}
{硫酸根離子：鋇 鈣 鉍 鉛
劉 氏 概 被 姦 }

◇ 硫酸根 + 鈣，鋇，鉍，鉛 離子 \rightarrow 沉澱 (都白色)

D、草酸根($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$)與下列離子均可產生沉澱： Ag^+ 、 Pb^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Sr^{2+} 、 Ba^{2+}
{草酸根離子：銀 鉛 鈣 鉍 鉍
(草地人) 贏 錢 蓋 絲 被 }

E、鉻酸根 CrO_4^{2-} 與下列離子可產生沉澱： Sr^{2+} 、 Ba^{2+} 、 Hg_2^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Ag^+
{ 鉻酸根離子：銀 鉛 汞 銅 鉍 鉍
各 贏 錢 共 同 絲 被 }

◇ 鉻酸根 + 銀，鉛，鉍，鉍 離子 \rightarrow 沉澱 (大多黃色，除鉻酸銀 \rightarrow 紅色)

F、氟離子與下列離子可產生沉澱： Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Sr^{2+} 、 Ba^{2+} 、 Pb^{2+}

G、兩性氫氧化物： $\text{Sn}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Be}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Pb}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ga}(\text{OH})_3$
難溶於水，但可溶於強酸及強鹼

{ 兩性氫氧化物：鉻 鉍 錫 鉍 鋁 鉛 鋅 鎳
隔 壁 嘻 皮 屢 遷 新 家 }

兩性金屬： Cr^{3+} 、 Bi^{3+} 、 Sn^{2+} 、 Be^{2+} 、 Al^{3+} 、 Pb^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Ga^{3+}

兩性金屬的氫氧化物難溶於水，但可溶於強酸或強鹼中



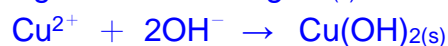
能與強酸反應生成鹽和水，又能與強鹼反應生成鹽和水的氫氧化物，就是兩性氫氧化物。

H、過渡金屬離子： Cd^{2+} 、 Cr^{2+} 、 Ag^+ 、 Co^{2+} 、 Ni^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+}

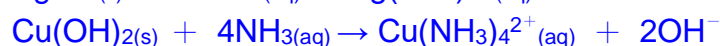
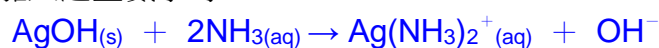
過渡金屬的氫氧化物難溶於水，加入過量氨水時形成可溶性錯離子

{溶於氨水的氫氧化物 鎘 鉻 銀 鈷 鎳 銅 鋅
哥 哥 淫 姑 娘 痛 心}

過渡金屬初加氨水時，氨水提供鹼性氫氧根，產生沉澱



加入過量氨水時



(四)離子方程式的表示：

- A、化學反應方程式： $\text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq}) \rightarrow 2\text{NaCl}(\text{aq}) + \text{CaCO}_3(\text{s}) \downarrow$
 $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Cl}^{-}(\text{aq}) + 2\text{Na}^{+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{Na}^{+}(\text{aq}) + 2\text{Cl}^{-}(\text{aq}) + \text{CaCO}_3(\text{s})$
 離子反應方程式： $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{s}) \downarrow$
- B、化學反應方程式： $2\text{NaOH}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{L})$
 $2\text{Na}^{+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^{-}(\text{aq}) + 2\text{H}^{+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{Na}^{+} + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{L})$
 離子反應方程式： $\text{H}^{+}(\text{aq}) + \text{OH}^{-}(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{L})$
- C、化學反應方程式： $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{L}) + \text{CO}_2(\text{g})$
 $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{H}^{+}(\text{aq}) + 2\text{Cl}^{-}(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Cl}^{-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{L}) + \text{CO}_2(\text{g})$
 離子反應方程式： $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{H}^{+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{L}) + \text{CO}_2(\text{g})$
- D、化學反應方程式： $\text{Zn}(\text{s}) + \text{CuSO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) + \text{ZnSO}_4(\text{aq})$
 $\text{Zn}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) + \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$
 離子反應方程式： $\text{Zn}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) + \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$
- E、化學反應方程式： $\text{Zn}(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{ZnCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$
 $\text{Zn}(\text{s}) + 2\text{H}^{+}(\text{aq}) + 2\text{Cl}^{-}(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Cl}^{-}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$
 離子反應方程式： $\text{Zn}(\text{s}) + 2\text{H}^{+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$

(五)常見離子化合物對水的溶解度

陰離子	陽離子	溶解度
所有陰離子	1A^{+} 、 H^{+} 、 NH_4^{+}	可溶
NO_3^{-}	所有陽離子	可溶
$\text{CH}_3\text{COO}^{-}$	大部分陽離子	可溶
	Ag^{+}	微溶
Cl^{-} 、 Br^{-} 、 I^{-}	大部分陽離子	可溶
	Hg_2^{2+} 、 Cu^{+} 、 Ag^{+} 、 Tl^{+} 、 Pb^{2+}	難溶
SO_4^{2-}	大部分陽離子	可溶
	Pb^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Sr^{2+} 、 Ba^{2+}	難溶
OH^{-}	1A^{+} 、 NH_4^{+} 、 Sr^{2+} 、 Ba^{2+}	可溶
	大部分陽離子	難溶
S^{2-}	1A^{+} 、 IIA^{2+} 、 NH_4^{+}	可溶
	大部分陽離子	難溶
CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 PO_4^{3-}	1A^{+} 、 NH_4^{+}	可溶
	大部分陽離子	難溶

(六)電解質的分類：

A、定義：化合物在熔融狀態，或【水溶液】狀態能導電，且電流通過時發生【化學】反應，即稱為電解質。

B、種類：

(1)酸：調味品中的食醋含【乙酸(醋酸)】(化學式【 CH_3COOH 】)。

洗廁所的鹽酸含【氯化氫】(化學式【 HCl 】)。

洗眼藥水內含【硼酸】(化學式【 H_3BO_3 】)。

(2)鹼：熟石灰，學名【氫氧化鈣】(化學式【 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 】)。

燒鹼，又稱為【苛性鈉】，學名【氫氧化鈉】(化學式【 NaOH 】)。

氨水，學名【氫氧化銨】(化學式為【 NH_4OH 】)。

(3)鹽：飲食中的食鹽，學名【氯化鈉】(化學式【 NaCl 】)。

製香腸所加入的硝，學名【硝酸鉀】(化學式【 KNO_3 】)。

檢驗水的硫酸銅，俗稱【藍礬】(又稱【膽礬】；化學式【 CuSO_4 】)。

C、導電狀態的判斷：

種類		固態	液態(熔融態)	氣態	水溶液
金屬		導電	導電	X	X
電解質	酸	X	X	X	導電
	鹼	X	導電	X	導電
	鹽	X	導電	X	導電

(1) 酸為分子化合物，在液態時不能導電。

(2) 鹼和鹽為離子化合物，在液態(熔融狀態)及水溶液狀態可以導電。

D、解離說：

(1) 電解質在水中解離成陰離子和陽離子兩種粒子；其中兩者個數不一定相等，但是兩者的電量必相等，因此溶液必定保持【電中性】。

『例』 $\text{NaOH} \rightarrow [\text{Na}^+] + [\text{OH}^-]$ 。

$\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow [2\text{H}^+] + [\text{SO}_4^{2-}]$ 。

(2) 電解質導電是由於【陰離子】和【陽離子】的移動。

金屬導體的導電則是由於【自由電子】的移動。

『註』解離是溶解所造成，因此解離是【物理】變化。

() 1. 下列敘述何者正確？

(A)銅可導電，故銅是電解質 (B)食鹽晶體不能導電，故食鹽為非電解質 (C)汞在常溫下是液態且可導電，故汞是電解質 (D)純硫酸(液態)雖不導電但加水溶解可導電，故純硫酸是電解質。

【解答】：(D)

【解析】：銅能導電，銅為導體，不是電解質； 食鹽晶體不能導電，但是水溶液能導電，因此食鹽水是電解質； 汞為液態金屬，能導電，為導體，但不是電解質； 純硫酸為分子化合物，在液態時尚未解離，因此不能導電，但水溶液能導電，為電解質。

() 2. (甲)電解質在固態時不會導電，但是溶於水後會導電； (乙)電解反應是將電能轉變成化學能； (丙)酸、鹼、鹽類的化合物大多為電解質； (丁)電解質導電是利用自由電子的移動，以上敘述正確者為

(A)甲乙丙 (B)甲乙丁 (C)甲丙丁 (D)甲乙丙丁。

【解答】：(A)

【解析】：電解質溶液在水中能解離，成為陽離子與陰離子，由於陰、陽離子的存在，因此溶液能具有導電性。

電解是將溶液附以電極通電，使陰離子向正極移動，陽離子向負極移動，形成溶液中的電流。

() 3. 下列有關電解質的敘述，何者正確？

(A) 氣態的二氧化硫不能導電，故二氧化硫不是電解質 (B) 電解質不一定是離子化合物 (C) 會導電的物質不一定是電解質 (D) 電解質在水中皆可以完全解離 (E) 電解質皆可溶於水。

【解答】：(B)(C)

【解析】：氣態的二氧化硫不能導電，但是溶於水能成為亞硫酸，會解離出離子，因此溶液能導電，二氧化硫為電解質。

電解質可能為分子化合物(例如：酸)，也可能是離子化合物(例如：鹼、鹽)。

金屬能導電，但金屬不是化合物，不會產生離子，不是電解質。

電解質可能完全解離(例如：強酸、強鹼)，也可能僅部分解離(例如：弱酸；弱鹼)。

碳酸鈣等不溶於水的鹽類在熔融狀態能導電，仍為電解質。

() 4. 下列有關硫酸鉀水溶液的敘述，何者正確？

(A) 鉀離子與硫酸根離子的個數相等 (B) 一個鉀離子所帶電荷與一個硫酸根離子所帶電荷相等 (C) 鉀離子所帶的總電荷與硫酸根離子所帶的總電荷相等 (D) 通入直流電時，鉀離子會往負極移動 (E) 通入直流電時，會發生化學變化。

【解答】：(C)(D)(E)

【解析】： K_2SO_4 解離成 $2K^+$ 和 SO_4^{2-} ，離子數目比 = 2 : 1。

1 個鉀離子 K^+ 和一個硫酸根 SO_4^{2-} 的電量比 = 1 : 2。

化合物解離後，正電總量必等於負電總量，使得化合物維持電中性。

將電解質通直流電後，陽離子向負極移動，陰離子向正極移動，在兩極會產生化學反應。

1. 試將下列化學反應，歸類於四大反應類型：(甲)化合、(乙)分解、(丙)取代、(丁)複分解。

化學反應方程式	類型
$2Cu_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CuO_{(s)}$	(甲)化合
$Cl_{2(g)} + 2KBr_{(aq)} \rightarrow 2KCl_{(aq)} + Br_{2(l)}$	(丙)取代
$CaCl_{2(aq)} + Na_2CO_{3(aq)} \rightarrow CaCO_{3(s)} + 2NaCl_{(aq)}$	(丁)複分解
$Fe_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow Cu_{(s)} + FeSO_{4(aq)}$	(丙)取代
$2NH_{3(g)} \rightarrow N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$	(乙)分解
$Cu_{(s)} + 2AgNO_{3(aq)} \rightarrow 2Ag_{(s)} + Cu(NO_3)_{2(aq)}$	(丙)取代
$Pb(NO_3)_{2(aq)} + K_2CrO_{4(aq)} \rightarrow PbCrO_{4(s)} + 2KNO_{3(aq)}$	(丁)複分解
$Cl_{2(g)} + 2LiI_{(aq)} \rightarrow 2LiCl_{(aq)} + I_{2(s)}$	(丙)取代
$BaCl_{2(aq)} + Na_2CO_{3(aq)} \rightarrow BaCO_{3(s)} + 2NaCl_{(aq)}$	(丁)複分解
$2H_2O_{2(aq)} \rightarrow O_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$	(乙)分解
$2NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{2(g)}$	(甲)化合
$MgCO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} MgO_{(s)} + CO_{2(g)}$	(乙)分解
$Zn_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow ZnCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$	(丙)取代