

化學 1 進階講義

氧化還原反應

滕翼 老師



信望愛文教基金會

主題十四、氧化還原反應

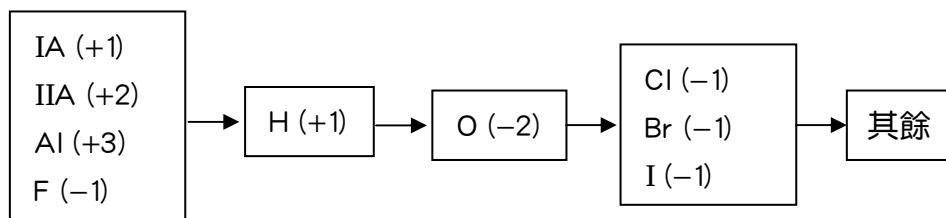
A、氧化數的判別

【一】氧化數定義：

氧化數之估算必須先比較分子中各鍵結原子之「電負度」大小，武斷地將共用電子對歸屬於電負度較高的原子，最後的總電荷即為氧化數，其為一種假想電荷，表示該原子吸引或放出電子之傾向，並非實際電荷數。

【二】氧化數的一般判斷規則：

- (1) 分子中各組成原子的氧化數之和為 0，而多原子離子團所帶的電荷值等於各組成原子氧化數之和。組成原子氧化數的優先順序為：



- (2) 元素態的物質，每個原子的氧化數均為 0。

實例：O₂、P₄、S₈、Na、He... 等。

- (3) 單原子離子的氧化數等於其所帶的電荷數。

實例：Al³⁺ 氧化數為+3，Mg²⁺ 氧化數為+2。

B、氧化還原的基本概念

【一】氧化還原的定義：

	氧化反應	還原反應	實例
狹義 定義	物質與氧化合的反應	物質失去氧的反應	$\text{Mg}_{(s)} + \text{ZnO}_{(g)} \rightarrow \text{MgO}_{(s)} + \text{Zn}_{(s)}$ 氧化(與氧化合) ↓ 還原(失去氧)
廣義 定義	「失去」電子，即氧化數「上升」的反應	「得到」電子，即氧化數「下降」的反應	$\text{Cu}_{(s)} + 2\text{Ag}^{+}_{(aq)} \rightarrow \text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2\text{Ag}_{(s)}$ 氧化(失去電子，氧化數增加) ↓ 還原(得到電子，氧化數減少)

【二】氧化劑與還原劑的判別：

	氧化劑	還原劑
定義	幫助其他物質進行「氧化」反應，而本身進行「還原」反應的試劑。	幫助其他物質進行「還原」反應，而本身進行「氧化」反應的試劑。
電子及 氧化數變化	本身 <u>得到</u> 電子，氧化數 <u>下降</u>	本身 <u>失去</u> 電子，氧化數 <u>上升</u>
反應能力	其反應能力稱氧化力(亦可稱氧化性)，即氧化其他物質的能力。	其反應能力稱還原力(亦可稱還原性)，即還原其他物質的能力。
實例	$\begin{array}{ccccccc} & & \text{得 } e^{-} \text{ (本身還原，為氧化劑)} & & & & \\ & & \downarrow & & & & \\ \text{Fe} & + & \text{Cu}^{2+} & \rightarrow & \text{Fe}^{2+} & + & \text{Cu} \\ \text{0} & & +2 & & +2 & & 0 \\ & & \uparrow & & & & \\ & & \text{失 } e^{-} \text{ (本身氧化，為還原劑)} & & & & \end{array}$	

【三】氧化還原反應的特徵：

- 氧化還原反應為涉及電子得失的反應，電子的得到與失去(即電子的轉移)須同時發生，所以其一不可能單獨發生，氧化反應與還原反應必相伴發生。
- 氧化反應失去的電子總數必等於還原反應所獲得的電子總數。

【四】常見的氧化劑與還原劑的相對強度比較：

- (1) 常見金屬於水溶液中失去電子傾向大小(即之還原劑強弱、還原力大小、氧化傾向大小、氧化電位大小)依序為：

Li > Rb > K > Cs > Ba > Sr > Ca > Na > Mg > Al > Mn > Zn > Cr > Fe > Co > Ni > Sn > Pb > H ₂ > Cu > Hg > Ag > Pt > Au	
可與水反應產生H ₂ ←	
可與熱水反應產生H ₂ ←	
可與高溫水蒸氣反應產生H ₂ ←	
可溶於HCl、稀H ₂ SO ₄ 並反應產生H ₂ ←	
可溶於HNO ₃ 、濃H ₂ SO ₄ ←	
可溶於王水(體積比 → 濃HNO ₃ : 濃HCl = 1 : 3) ←	

- (2) 常見鹵素元素獲得電子傾向大小(即氧化劑強弱、氧化力大小、還原傾向大小、還原電位大小)依序為： $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$

C、氧化還原平衡法

Step1：寫出氧化劑與還原劑的對應產物（高三範圍）

Step2：找出氧化劑及還原劑各別的得失電子數，並使得到之電子數等於失去之電子數

Step3：以 H^+ 或 OH^- 平衡左右側之電荷（視環境而定）

Step4：以 H_2O 平衡左右的 H 及 O 原子總數

概念回溯 1.

下列何者是氧化還原反應？

- (A) $\text{Fe} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{H}_2 + \text{FeCl}_2$
- (B) $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$
- (C) $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$
- (D) $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^-$
- (E) $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ 。

概念回溯 2.

關於反應 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ ，下列敘述何者正確？

- (A) 此為氧化還原反應
- (B) CO 為還原劑
- (C) Fe_2O_3 被氧化為 Fe
- (D) Fe_2O_3 為還原劑
- (E) CO 被氧化為 CO_2 。

【松山高中】

概念回溯 3.

將金屬銅溶於稀硝酸中，其化學反應式為： $a\text{Cu} + b\text{H}^+ + c\text{NO}_3^- \rightarrow d\text{Cu}^{2+} + e\text{NO} + f\text{H}_2\text{O}$ ($a \sim f$ 為反應式的係數)。下列敘述何者正確？

- (A) 反應中，Cu 為氧化劑
- (B) 反應中， H^+ 為還原劑
- (C) 若 NO 的係數為 1，則 $a+b+c+d+e+f=11$
- (D) 反應所需的 Cu 和 HNO_3 莫耳數比為 3:8
- (E) 欲生成 1 莫耳 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ，需消耗 2 莫耳 HNO_3

概念回溯 4.

設 $2\text{X}^- + \text{Y}_2 \rightarrow 2\text{Y}^- + \text{X}_2$ ， $2\text{X}^- + \text{Z}_2 \rightarrow 2\text{Z}^- + \text{X}_2$ ， $2\text{Z}^- + \text{Y}_2 \rightarrow$ 無反應， $2\text{V}^- + \text{Z}_2 \rightarrow$ 無反應，下列分子 (X_2 、 Y_2 、 Z_2 、 V_2) 的氧化劑強度之順序為_____。

概念回溯 5.

完成下列各化學反應式：

- (1) $\text{Zn} + \text{HNO}_3 (\text{稀}) \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- (2) $\text{MnO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- (3) $\text{Cl}_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$
- (4) $\text{MnO}_4^- + \text{Fe}^{2+} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$
- (5) $\text{HSO}_3^- + \text{IO}_3^- \rightarrow \text{I}_2 + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$
- (6) $\text{Al}_{(\text{s})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_4^-_{(\text{aq})} + \text{H}_{2(\text{g})}$
- (7) $\text{Pt}_{(\text{s})} + \text{NO}_3^-_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})} + \text{H}^+_{(\text{aq})} \rightarrow \text{PtCl}_6^{2-}_{(\text{aq})} + \text{NO}_{(\text{g})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$
- (8) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{C}_2\text{O}_4^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

【高雄女中】

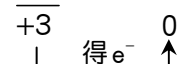
※概念回溯簡答專區※

1.(A)(E)	2.(A)(B)(E)	3.(C)(D)	4. $V_2 > Z_2 > Y_2 > X_2$	5.見詳解
----------	-------------	----------	----------------------------	-------

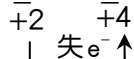
※概念回溯解析專區※

1. (B) ×，為熱分解反應
 (C) ×，為複分解反應
 (D) ×，為金屬氧化物溶於水的反應。

2. $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{Fe} \Rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$ 被還原，當作氧化劑



- $\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2 \Rightarrow \text{CO}$ 被氧化，當作還原劑。



3. (A) Cu 為還原劑

- (B) H^+ 為反應物，並非氧化劑、還原劑，也不是催化劑

- (E) 欲生成 1 mole $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ，須消耗

$$\frac{8}{3} \text{ mole HNO}_3。$$

4. ① $2\text{X}^- + \text{Y}_2 \rightarrow 2\text{Y}^- + \text{X}_2$

$$\Rightarrow \text{氧化劑強度：} \text{Y}_2 > \text{X}_2$$

- ② $2\text{X}^- + \text{Z}_2 \rightarrow 2\text{Z}^- + \text{X}_2$

$$\Rightarrow \text{氧化劑強度：} \text{Z}_2 > \text{X}_2$$

- ③ $2\text{Z}^- + \text{Y}_2 \rightarrow \text{X}$

$$\Rightarrow \text{氧化劑強度：} \text{Z}_2 > \text{Y}_2$$

- ④ $2\text{V}^- + \text{Z}_2 \rightarrow \text{X}$

$$\Rightarrow \text{氧化劑強度：} \text{V}_2 > \text{Z}_2$$

$$\therefore \text{氧化劑強度：} \text{V}_2 > \text{Z}_2 > \text{Y}_2 > \text{X}_2。$$

5. (1) $4\text{Zn} + 10\text{HNO}_3 \rightarrow 4\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

- (2) $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

- (3) $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$

- (4) $\text{MnO}_4^- + 5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$

- (5) $5\text{HSO}_3^- + 2\text{IO}_3^- \rightarrow \text{I}_2 + 5\text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$

- (6) $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_4^- + 3\text{H}_2$

- (7) $3\text{Pt}_{(s)} + 4\text{NO}_3^-_{(aq)} + 18\text{Cl}^-_{(aq)} + 16\text{H}^+_{(aq)} \rightarrow 3\text{PtCl}_6^{2-}_{(aq)} + 4\text{NO}_{(g)} + 8\text{H}_2\text{O}_{(l)}$

- (8) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 14\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{CO}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$