

# 電池

1.) 電池：利用化學反應，將化學能→電能，為放熱反應。

2.) 伏打電池：最早的電池

◇ 伏打將含食鹽水的抹布夾在鋅和銀的圓形板中間，再堆積成圓柱並連接導線。

◇ 丹尼爾將鋅片與銅片各自泡在  $Zn^{2+}$  與  $Cu^{2+}$  溶液中，製出鋅銅電池。

1. 組成：1.兩種不同的金屬

2.可導電的電解質溶液

2. 原理：1.活性大的金屬，易氧化（放出電子）  
→當負極。

2.活性小的金屬，易還原（接受電子）  
→當正極。

例：鋅銅電池、鋅銀電池、銅銀電池、水果電池…。

◇ 水果電池：水果含有電解質，兩活性不同的金屬插於水果中，接上導線形成一通路時，就會有電流通通，燈泡便會發光。

◎ 正負極的判斷：  
有 A、B 兩種金屬，其中  
 $A \Rightarrow AO$ （其中 A 為  $2+$ ）  
 $\therefore A \rightarrow A^{2+} + 2e^-$  A 為負極。  
B 金屬接受電子  
 $B^{2+} + 2e^- \rightarrow B$  B 當正極。

★3.) 鋅銅電池：

1. 裝置：

a. 電極：鋅片和銅片

b. 燒杯溶液： $Zn^{2+}$  及  $Cu^{2+}$  溶液

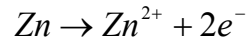
c. 鹽橋：電解質水溶液，如  $KNO_3$ 、 $NaNO_3$ …。

2. 電流方向：

a. 外電路：電子由鋅片→銅片。

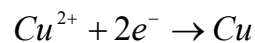
b. 電池內部：由離子導電。

3. Zn 活性大，易氧化 ( $Zn \rightarrow ZnO$ )，會放出  $e^-$ ，為負極。

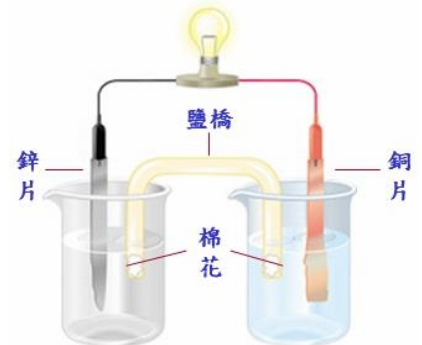


$\left\{ \begin{array}{l} Zn^{2+} \text{ 流入溶液中} \\ e^- \text{ 由導線流到 Cu 片} \end{array} \right.$

4. Cu 活性小，獲得  $e^-$ ，為正極。



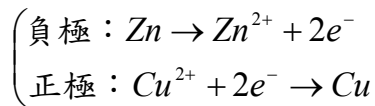
$\left\{ \begin{array}{l} Cu^{2+} \text{ 由溶液向上} \Rightarrow \text{結合成金屬 Cu 析出。} \\ e^- \text{ 由外電線來} \end{array} \right.$



5. 放電後：

$\left\{ \begin{array}{l} \text{Zn (負極) 重量變輕； } \text{Zn}^{2+} \text{ 增加； } \text{ZnSO}_4 \text{ 仍為無色} \\ \text{Cu (正極) 重量變重； } \text{Cu}^{2+} \text{ 減少； } \text{CuSO}_4 \text{ 藍色變淡} \end{array} \right.$

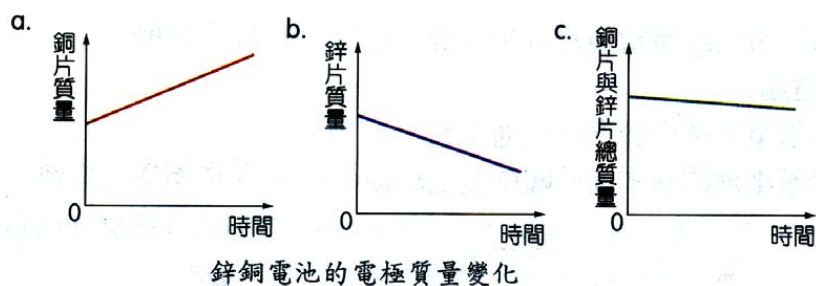
6. 總反應：



a. 實際參與反應者： $\text{Zn}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 。

b.  $\text{Zn}$  減少 1 mole (65.4 g)， $\text{Cu}$  增加 1 mole (63.5 g)，  
 $\therefore \text{Zn}$  與  $\text{Cu}$  共稱總重變輕，但全部裝置質量守恆。

c. 兩電極每反應 1 mole，須流過 2 mole 電子=193000 庫倫。



7. 鹽橋中的  $\text{KNO}_3$  ( $\text{KNO}_3 \rightarrow \text{K}^+ + \text{NO}_3^-$ )

$\left\{ \begin{array}{l} \text{K}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} \quad (\text{正離子往正極}) \\ \text{NO}_3^- \rightarrow \text{Zn}^{2+} \quad (\text{負離子往負極}) \end{array} \right.$

8. 鹽橋的功用、限制與注意事項：

a. 功用：

- 溝通電路。
- 維持溶液的電中性。

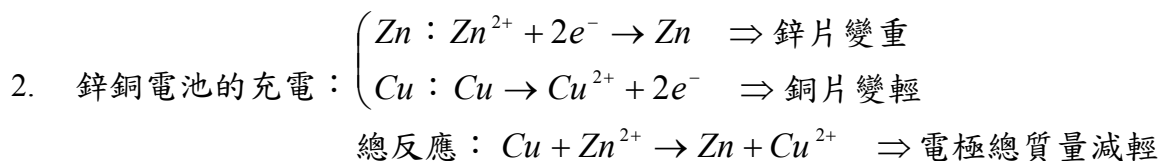
b. 限制與注意事項：

- 電解質不可和溶液發生化學反應。
- 棉花的鬆緊度要剛好。  
太鬆，液體會漏出；  
太緊，離子不易通過，無法平衡離子而無法導電。
- 管中不可以有空氣。有氣泡，會使電流中斷。

9. 放電一段時間後，電流變小。(  $\text{Cu}^{2+}$  減少，顏色變淡。 )

➤ 充電：電池外加電源，進行與放電逆向的反應。

1. 原則：電源正極→電池正極（正接正）；電源負極→電池負極（負接負）



4.) 廣義的氧化還原：物質得失電子的反應。

1. 氧化：失去電子。如鋅銅電池中的 Zn 片。

2. 還原：得到電子。如鋅銅電池中的 Cu 片。

兩者必同時發生

例：銅銀電池

電極	負極(銅片)	正極(銀片)
反應式	$\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2e^{-}$	$\text{Ag}^{+} + e^{-} \rightarrow \text{Ag}$
總反應式	$\text{Cu} + 2\text{Ag}^{+} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Ag}$	
氧化還原	發生氧化反應	發生還原反應
電子得失	失去2莫耳電子 產生1莫耳 $\text{Cu}^{2+}$ 離子	獲得2莫耳電子 產生2莫耳Ag原子
電極質量變化	銅片質量減少	銀片質量增加
溶液濃度變化	$\text{Cu}^{2+}$ 濃度增加，溶液顏色變深	$\text{Ag}^{+}$ 濃度減少，溶液顏色不變

## 本日電池

### 1.) 電池的分類：

1. 一次電池 (原電池)：只能用一次，不可充電。如：碳鋅電池、鹼性電池。
2. 二次電池 (蓄電池)：可重複充電使用。如：鉛蓄電池、鎳氫電池、鋰電池、鎳鎘電池、太陽能電池。

### 2.) 為碳鋅電池：(乾電池、勒克朗舍電池)

1.  $\left\{ \begin{array}{l} \text{正極：碳棒，導電用，不參與反應。} \\ \text{負極：Zn外殼} \\ \text{電解質：}\underline{NH_4Cl} \text{、石墨粉、澱粉、}\underline{MnO_2} \text{、}\underline{H_2O} \Rightarrow \text{糊狀物} \end{array} \right.$
- ◇ 反應： $2MnO_2 + 2NH_4Cl + Zn \rightarrow Zn(NH_3)_2Cl_2 + H_2O + Mn_2O_3$
2. 性質：
  - a. 電壓不穩，初期為 **1.5V**，使用後漸漸降低。
  - b. 過久不用 Zn 會腐蝕、水會蒸發、電解液外漏。
  - c. **不能充電**，若充電會產生氣體 ( $H_2$ )  $\Rightarrow$  爆裂。
  - d. 不同型號的乾電池，**電壓都相等**，但電能不同。
  - ◇ 使用時要注意其大小、方向、漏液
  - ◇ 價格便宜，亦製造，但功率較小。

### 3.) 鹼性電池：內部的電解液為鹼性，為**鹼錳電池**。

1.  $\left\{ \begin{array}{l} \text{正極：碳棒，導電用，不參與反應。 實際反應為}\underline{MnO_2} \\ \text{負極：Zn外殼} \\ \text{電解質：}\underline{KOH} \end{array} \right.$
2. 性質：
  - a. 電壓穩定，為 **1.54V**。
  - b. 內電阻小、電流較大、壽命較長、較貴、低溫可用 ( $-20\sim 54^\circ C$ )。
  - c. **不能充電**，若充電會產生氣體 ( $H_2$ )  $\Rightarrow$  爆裂。

4.) 鉛蓄電池 (電瓶)：鉛酸電池。

1.  $\left\{ \begin{array}{l} \text{正極：二氧化鉛 (PbO}_2\text{)} \\ \text{負極：鉛 (Pb)} \\ \text{電解質：H}_2\text{SO}_4\text{水溶液，} D = 1.24 \text{ g/cm}^3 \end{array} \right.$
  2. 放電：
    - a. 正、負極均產生白色硫酸鉛 (PbSO<sub>4</sub>)，兩極重量增加。
    - b. 硫酸溶液濃度變小，pH 增加。
    - c. 反應式： $Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$
  3. 充電：
    - a. 要用直流電 DC。
    - b. 外電源正極→電池正極 (正接正)；  
外電源負極→電池負極 (負接負)。
    - c. 正極恢復為二氧化鉛，負極恢復為鉛，重量皆減輕。
    - d. 硫酸溶液濃度變大，pH 降低。
    - e. 反應式： $2PbSO_4 + 2H_2O \rightarrow Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4$
  4. 在 25°C 下，每組鉛電池電壓=2V，通常串聯成 6V 或 12V。
  5. 使用一段時間後，要補充水，充電程度可由稀硫酸密度來判定。
- ◇ 放電與充電比較：

比較項目	放電	充電
正極反應	PbO <sub>2</sub> → PbSO <sub>4</sub> ，電極變重	PbSO <sub>4</sub> → PbO <sub>2</sub> ，電極變輕
負極反應	Pb → PbSO <sub>4</sub> ，電極變重	PbSO <sub>4</sub> → Pb，電極變輕
溶液濃度	稀硫酸消耗 濃度減小，密度減小	稀硫酸回復 濃度變大，密度變大
能量變化	化學能 → 電能	電能 → 化學能
電極接法	正極接正極，負極接負極	

➤ 鋰電池：1991 年開發出

1.  $\left\{ \begin{array}{l} \text{正極：Li 金屬氧化物} \\ \text{負極：C} \end{array} \right.$
2. 電壓為 3.6V，廣泛使用，可充電、長時間使用、無記憶效應。
3. 手提電腦及行動電話已普遍使用
4. 鋰金屬重量輕，可提供高電壓，但是活性大 (危險)，故改用 Li<sup>+</sup>。

☆ 記憶效應：電池充電不完全所導致，使電池容量降低，使用時間減少。

➤ 鎳鎘電池：

1. 電壓穩定、壽命長、用於預備電源與安全燈。
2. 鎘 (Cd) 為有毒金屬，必須回收。

➤ 鎳氫電池：

1. 負極為可吸附 H 的合金，取代 Cd。
2. 體積小、重量輕、電壓穩定、壽命長、可充電再使用、較安全。
3. 用於手提式攝影機、數位相機和一般攜帶型電器。

☆ 電池內部的金屬及電解液（如汞、鉛）會污染環境，應將電池回收。

【比較】比較下列各種電池的特性：

- (1) 伏打發現的是伏打電池。
- (2) 無公害污染的是太陽能電池。
- (3) 便宜又普遍的是碳鋅電池。
- (4) 外型與乾電池相似的是鹼錳電池。
- (5) 可重複使用於汽車的是鉛電池。
- (6) 重污染被許多國家限制用的是鎳鎘電池。
- (7) 普遍使用於電腦的是鋰電池。
- (8) 取代鎳鎘電池的是鎳氫電池。

## 電力的化學效應

- 1.)  $\left\{ \begin{array}{l} \text{電池：化學能} \rightarrow \text{電能。} \\ \text{電解（電鍍）：電能} \rightarrow \text{化學能。} \end{array} \right.$

2.) 電解：

1. 必須用**直流電 DC**。
2. 為**吸熱**的化學變化。
3. 電解棒的正負極判斷： $\left\{ \begin{array}{l} \text{連接外電源正極} \rightarrow \text{正極} \\ \text{連接外電源負極} \rightarrow \text{負極} \end{array} \right.$
4. 通電時，**正負離子**往兩極移動，並產生新物質。  
 $\therefore \left\{ \begin{array}{l} \text{正離子} \rightarrow \text{負極，得到電子，產生 金屬或 } H_2 \\ \text{負離子} \rightarrow \text{正極，失去電子，產生 非金屬或 } O_2 \end{array} \right.$
5. 影響電解結果的因素： $\left\{ \begin{array}{l} \text{電極種類} \\ \text{電解液的種類} \end{array} \right.$

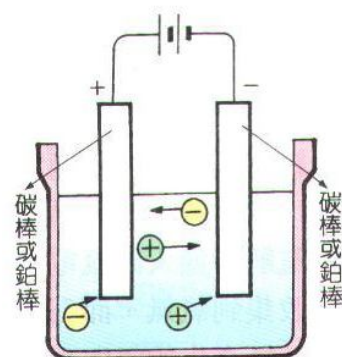
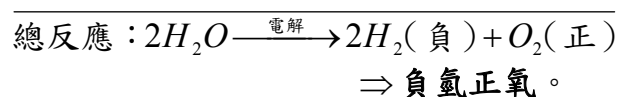
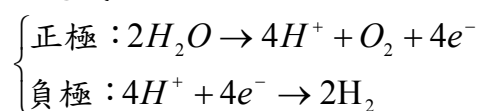
3.) 水的電解：第一個電解實驗。

1800AD，英國尼可爾生·卡利斯列作。

1. 純水難解離，加入  $H_2SO_4$  或  $NaOH$  幫助導電。

☆ 電解  $H_2SO_4(aq)$  的產物 = 電解水的產物。

2. 反應式：



3.  $H_2$  與  $O_2$  的**體積比** = 2 : 1；**質量比** = 1 : 8；**密度比** = 1 : 16。

4. 增加電解速率的方法：

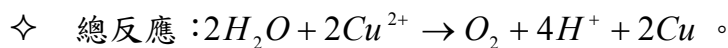
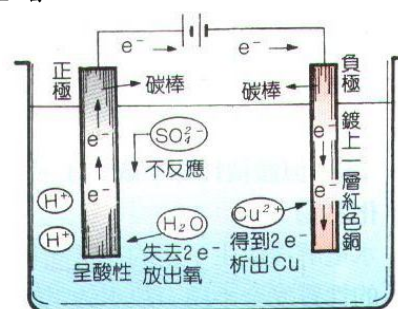
- a. 增加電壓。
- b. 增加電流
- c. 將電極靠近，但不接觸。
- d. 增加電解質濃度。

◇ 電極的影響： $\left\{ \begin{array}{l} \text{白金電極} \rightarrow \text{最好、貴} \\ \text{注射針頭} \rightarrow \text{普通、便宜} \end{array} \right.$

5.  $H_2$  與  $O_2$  的密度  $<$  水，且不溶於水，用排水集氣法收集。
- $H_2$ ：具可燃性。將點燃的火柴靠近，發出爆鳴聲，產生淡藍色火焰。
  - $O_2$ ：具助燃性。將火柴餘燼移近試管口，火柴復燃。

★ 4.) 電解硫酸銅溶液：溶液中  $CuSO_4 \rightarrow Cu^{2+} + SO_4^{2-}$

- 以碳棒作電極：
  - C 棒為導電物，不參與反應。(惰性電極)
  - 正極反應： $2H_2O \rightarrow 4H^+ + 4e^- + O_2 \Rightarrow$  重量不變
  - 負極反應： $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu \Rightarrow$  Cu 析出，重量增加。
  - 電解液：
    - $Cu^{2+}$  減少，藍色變淡。
    - $H^+$  增加，pH 降低，酸性增加。



- 以銅棒作電極：(電解精鍊)
  - 銅棒有參與反應。
  - 正極反應： $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^- \Rightarrow$  重量減少。
  - 負極反應： $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu \Rightarrow$  重量增加。
  - 電解液： $Cu^{2+}$  不變，藍色不變。
  - 總反應： $Cu(\text{粗}) + Cu^{2+} \rightarrow Cu^{2+} + Cu(\text{精})$ 。  
電解前後，兩電極的總質量不變。

➤ 電解食鹽水溶液：溶液中  $NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

- $$\left\{ \begin{array}{l} \text{正極：生成 } Cl_2, \underline{2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-} \\ \text{負極：生成 } H_2, \underline{2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-} \end{array} \right.$$
- 總反應： $2H_2O + 2Cl^- \rightarrow H_2(\text{負}) + Cl_2(\text{正}) + 2OH^-$   
或  $2H_2O + 2NaCl \rightarrow H_2(\text{負}) + Cl_2(\text{正}) + 2OH^- + 2Na^+$



5.) 電鍍：使用直流電 (DC) 電解，將金屬鍍到被鍍物表面。

1. 目的：

- 防止生鏽：隔絕內部金屬與外部空氣、水氣。如白鐵、馬口鐵
- 增加美觀：使物體表面光滑明亮。如餐具
- 增加硬度，提高耐磨度。

2. 裝置： $\left\{ \begin{array}{l} \text{正極：欲鍍物} \\ \text{負極：被鍍物（要可導電）} \\ \text{電解液：含欲鍍金屬離子的溶液} \end{array} \right. \circ$

◇ 電極反應：

i. 正極：欲鍍金屬放出電子  $\Rightarrow M \rightarrow M^{n+} + ne^{-}$ 。

ii. 負極：金屬離子獲得電子，形成金屬析出  $\Rightarrow M^{n+} + ne^{-} \rightarrow M$ 。

◇ 電解液種類：

擬鍍金屬	正極	負極	電鍍液的鹽類
銅	銅片	被鍍物體	硫酸銅 $\text{CuSO}_4$ (藍色)
銀	銀片	被鍍物體	銀氰化鉀 $\text{KAg}(\text{CN})_2$
鎳	鎳片	被鍍物體	硫酸銨亞鎳 $\text{NiSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

3. 舉例：將 Zn 鍍到 Cu

$\left\{ \begin{array}{l} \text{正極：Zn} \\ \text{負極：Cu，紅色} \\ \text{電解液：ZnSO}_4 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{正極：Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2e^{-} \quad \text{重量} \downarrow \\ \text{負極：Zn}^{2+} + 2e^{-} \rightarrow \text{Zn} \quad \text{生成銀白色金屬，重量} \uparrow \end{array} \right.$   
正極減輕的重量 = 負極 增加的重量

4. 注意事項：

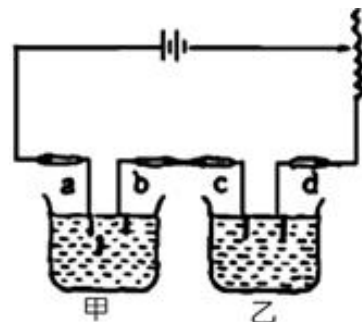
- 被鍍物先以砂紙及稀鹽酸除鏽，再以  $\text{NaOH}(\text{aq})$  去油污。
- 電鍍後，成品表面以  $\text{H}_2\text{O}$  沖洗，再用丙酮洗淨靜置一天，待電鍍層硬化後再擦亮之。
- 電鍍後的金屬薄膜是否堅實，受到溫度、電流強度及電鍍液濃度等因素影響。

◇ 電鍍後的廢物：

- 常含有重金屬離子 (如  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Cr}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ )，造成環境污染。
- 鍍 Ag 的電解液中有  $\text{CN}^{-}$ ，必須回收處理。
- 鍍液含有  $\text{CuSO}_4$ ，可加鐵絲絨反應析出 Cu。

例：如圖，兩燒杯都裝  $\text{CuSO}_4$  溶液，a、d 兩電極為銅片，  
b、c 兩電極為碳棒；通電後，試回答下列問題：

- (1) 有氧氣產生的電極是 **【c】**。
- (2) 重量增加的電極是 **【b、d】** 減輕的是 **【a】**。
- (3) 重量不變的電極是 **【c】**。
- (4) 溶液顏色變淡的燒杯是 **【乙】** 燒杯。
- (5) 附近溶液 PH 值下降之電極是 **【乙】** 燒杯。



例：如圖上端為鋅銅電池，下端為電解槽，C、D 為銅片，則：

- (1) 鋅銅電池將 **【化學能】** 轉換成 **【電能】**，  
電解槽將電池的 **【電能】** 來引起 **【化學】** 變化。
- (2) 承上題，電池 **【釋出】** 能量，電解槽 **【吸收】** 能量。(吸收或釋出)
- (3) A、B、C、D 四電極中，**【AD】** 質量減少，  
**【BC】** 質量增加。
- (4) A 電極的反應式為：**【 $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ 】**；  
C 電極的反應式為：**【 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ 】**。

