



# 電解的介紹



# 課程大綱

★ 電解的原理

★ 電解的實例

★ 電解的定量探討

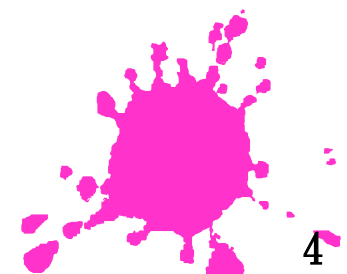


# 金屬與電解質導電

- ★電的導體：允許電荷從一端到另一端。
- ★金屬導電：電子在金屬格子內自由移動。
- ★電解質導電：通電於電解質溶液中，使離子電荷在溶液中移動。

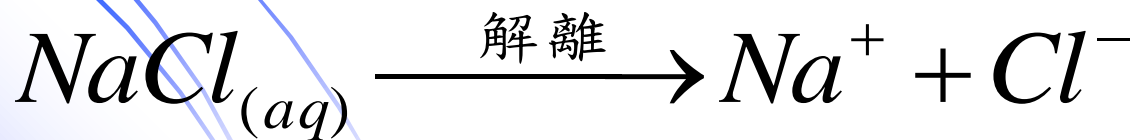


# 電解

- ★ 當電流通過電解質時，在兩極會發生化學反應，而有物質析出，這是電流的化學效應，稱為電解。
  - ★ 電解是利用電能轉變成化學能的原理。
- 

# 解離

- ★電解質溶於水時，生成可以自由運動的陰、陽離子現象。
- ★解離是一種自然發生的變化，不需外加直流電。
- ★電解質水溶液成電中性，溶液中陰、陽離子自由的向各方向運動。



# 電解的原理

★通直流電於已解離的電解質水溶液中，則正負電極上逐漸產生化學變化。

★陽離子向陰極接受電子被還原。

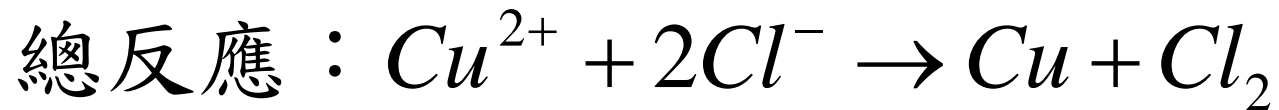
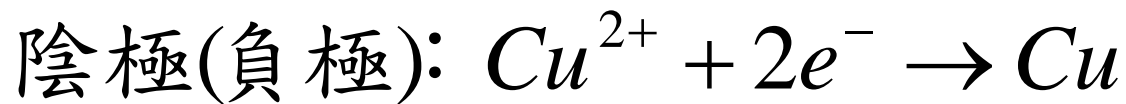
★陰離子移向陽極放出電子被氧化。

# 電極規定

- ★陽極（正極）：接到電源的正極。  
溶液的陰離子會移向此極移動，  
發生氧化反應而失去電子。
- ★陰極（負極）：接到電源的負極。  
溶液的陽離子會移向此極移動，  
發生還原反應而獲得電子。



# (建宏 112 頁說明) 電解 $\text{CuCl}_2$





# 電解 $\text{CuCl}_2$ 討論說明2-1

- ★ 電子從直流電的負極流出，經由導線流入電解槽的陰極。
- ★ 又從電解槽的的陽極流出，經由導線流入直流電源的正極。
- ★ 電解槽的陽極失去電子而發生氧化反應。
- ★ 電解槽的陰極獲得電子而發生還原反應。

## 電解CuCl<sub>2</sub>討論說明2-2

- ★ 電解槽中的陽離子向陰極移動，在陰極獲得電子而還原。
- ★ 而陰離子向陽極移動，在陽極失去電子而氧化。
- ★ 電解時，電解槽靠離子的移動傳遞電荷。
- ★ 電子只能在金屬及石墨等導體中移動。

(林金榜)

# 電解硫酸銅-以碳棒為電極

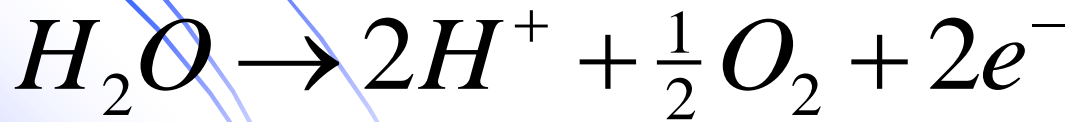
★ 硫酸銅溶於水解離出銅離子與硫酸根離子



★ 負極反應：銅離子帶正電往負極移動。

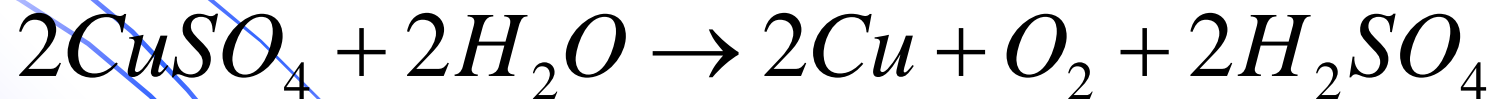
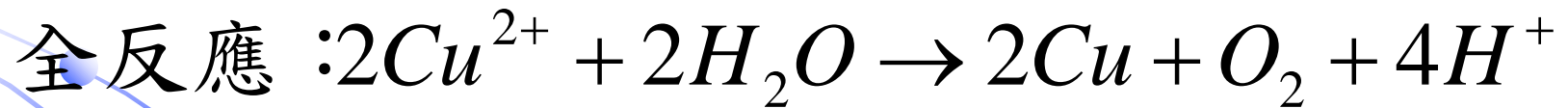
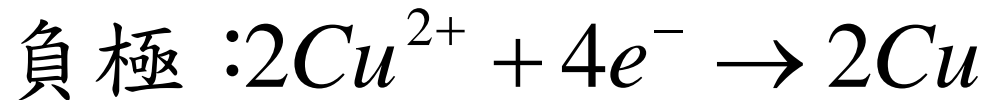


★ 正極反應：因水比硫酸根離子亦失去電子，所以正極上為水失去電子，得到氧。



# 電解硫酸銅-以碳棒為電極

## ★總反應



# 電解硫酸銅-以碳棒為電極

## ★歸納實驗結論

正極(碳棒)	碳棒不反應，水分子參與反應 放出 $e^-$ 生成 $O_2$ 與 $H^+$
負極(碳棒)	銅附著於碳棒，碳棒質量增加， 溶液中 $Cu^{2+}$ 減少
電解液	溶液顏色變淡( $Cu^{2+}$ 減少)，pH 值降低( $H^+$ )，增加水分子減少

(林金榜)

# 電解硫酸銅-以銅片為電極

★ 硫酸銅溶於水解離出銅離子與硫酸根離子



★ 負極反應：銅離子帶正電往負極移動。

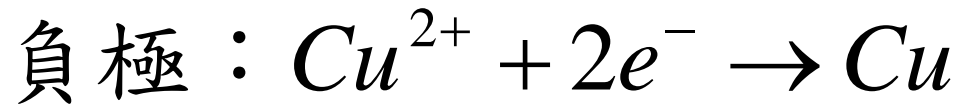
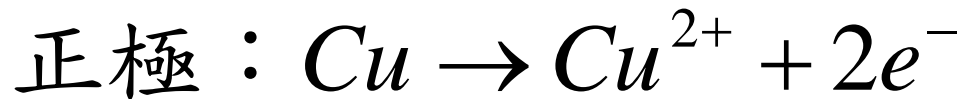


★ 正極反應：因銅原子較 $SO_4^{2-}$ 和水更易失去電子成為 $Cu^{2+}$ 。進入硫酸銅溶液



# 電解硫酸銅-以銅片為電極

## ★總反應



# 電解硫酸銅-以銅片為電極

## ★歸納實驗結論

正極(銅棒)	銅棒溶解，質量減少
負極(銅棒)	銅棒析出銅，質量增加
電解液	溶液中 $\text{Cu}^{2+}$ 與 $\text{SO}_4^{2-}$ 都不變，水分子也不反應



# 硫酸銅水溶液電解產物的綜合整理

★ 硫酸銅溶液的電解產物隨電極材料不同而異。

❖ 碳電極：正極：生成氧， $H^+$

負極：析出銅

❖ 銅電極：正極：銅溶解

負極：析出銅

★ 電解後負極的質量在兩種電極中皆增加，都有銅原子析出。

# 硫酸銅水溶液電解產物的綜合整理

★電解後正極的質量在兩極中情形不同

❖碳電極：質量不變

❖銅電極：質量減少

★電解液在電解後，情況亦不同

❖碳電極： $\text{Cu}^{2+}$ 濃度減少，顏色變淡

❖銅電極： $\text{Cu}^{2+}$ 濃度不變，顏色不變

# 氯化鈉水溶液電解

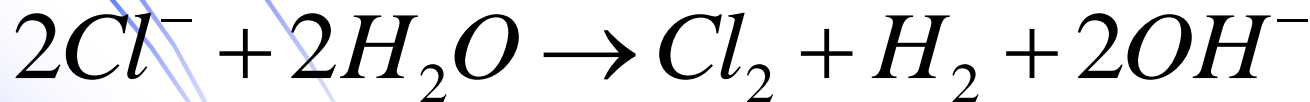
★ 氯化鈉為強電解質



★ 陽極： $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$

★ 陰極： $2H_2O + 2e^- \rightarrow 2OH^- + H_2$

★ 淨反應：



# 氯化鈉水溶液電解

★如果氯化鈉水溶液為稀薄

★陽極： $H_2O \rightarrow 2H^+ + \frac{1}{2}O_2 + 2e^-$

★陰極： $2H_2O + 2e^- \rightarrow 2OH^- + H_2$

★淨反應： $H_2O \rightarrow H_2 + \frac{1}{2}O_2$

★淨反應與電解水相同。因Cl<sup>-</sup>氧化生成Cl<sub>2</sub>與H<sub>2</sub>O氧化生成O<sub>2</sub>所需電壓E<sup>0</sup>很接近，故稀鹽類水溶液電解相當於電解水。

# 電解熔融的食鹽

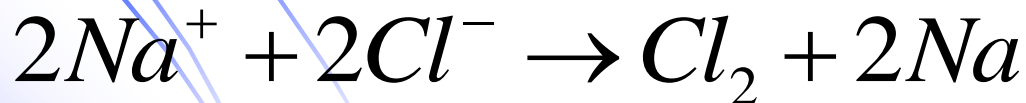
★ 食鹽的解離： $NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

★ 正極： $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$

★ 負極： $2Na^+ + 2e^- \rightarrow 2Na$

(此反應並非在水中，故 $Na^+$ 可獲得 $e^-$ 形成Na元素)

★ 淨反應：



# 電解熔融食鹽與電解食鹽水的異同

★相同處：正極都生成氯氣

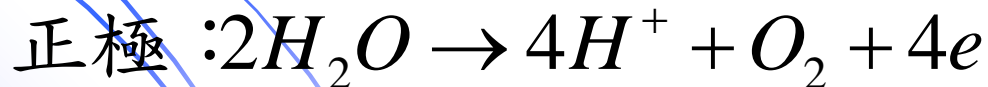
★相異處：

❖電解食鹽水：負極產生氫氣，溶液呈鹼性

❖電解熔融食鹽：負極產生鈉金屬

# 電解質水溶液電解時電極產物2-1

- ★電解質水溶液電解時，所發生的化學變化會因電極材料而異。
- ★以石墨、金、鉑等不起反應的導體做電極時，水在電解過程中可能參與反應。
- ★水可放出電子而形成 $H^+$ 與 $O_2$ ，水也可以得到電子而形成 $OH^-$ 與 $H_2$



## 電解質水溶液電解時電極產物2-2

- ★ 以銅、銀、鋅、鐵為電極，則正極上的電極會溶解形成離子而放出電子。
- ★ 正極：放出電子而形成陽離子，水溶液中的陰離子及水不反應。
- ★ 負極：由正極電極形成的陽離子及水溶液中的 $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 等都可能在負極上析出形成金屬。



# 相當於水的電解例 2-1

★ 以碳棒為電極，電解稀硫酸

★ 硫酸解離： $2H_2SO_4 \rightarrow 4H^+ + 2SO_4^{2-}$

★ 負極： $4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2$

★ 正極： $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$

★ 淨反應： $2H_2O \xrightarrow{\text{電解}} 2H_2 + O_2$

## 相當於水的電解例 2-2

- ★ 以碳棒為電極，電解氫氧化鈉溶液
- ★ 氫氧化鈉解離： $4NaOH \rightarrow 4Na^+ + 4OH^-$
- ★ 負極： $4H_2O + 4e^- \rightarrow 2H_2 + 4OH^-$
- ★ 正極： $4OH^- \rightarrow 2H_2O + 2O_2 + 4e^-$
- ★ 淨反應： $2H_2O \xrightarrow{\text{電解}} 2H_2 + O_2$

# 法拉第電解定律

★電解任何物質時，所析出的物質質量與通入的總電量成正比。

❖公式：
$$\frac{Q}{96500} = \frac{W}{E}$$

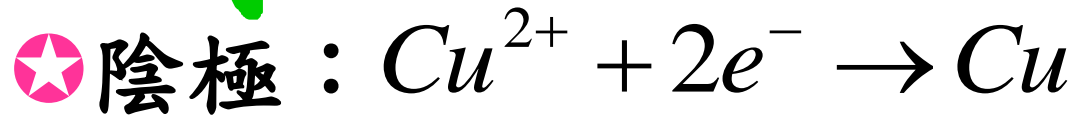
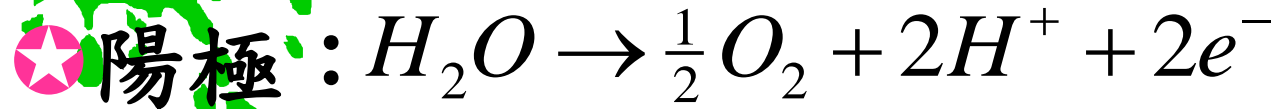
★同一電解質析出不同物質的量，與各物質的化學當量成正比。

❖公式：
$$\frac{W_1}{E_1} = \frac{W_2}{E_2}$$

# 例題

★以Pt為電極，通0.8A電流，電解200mL的0.1M硫酸銅溶液40分10秒，則最後溶液中硫酸銅與硫酸溶液的濃度各為若干？

# 例題解



$$\text{通過電子的莫耳數} = \frac{0.8 \times (40 \times 60 + 10)}{96500} = 0.02$$

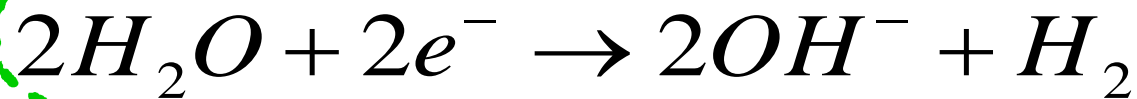
$$[H_2SO_4] = \frac{1}{2}[H^+] = \frac{1}{2} \times \frac{0.02}{0.2} = 0.05M$$

$$[CuSO_4] = \frac{0.1 \times 0.2 - 0.02 \times \frac{1}{2}}{0.2} = 0.05M$$

# 例題

★以2.0安培的電流電解400mL的0.5M NaCl 濃溶液，經3分13秒後，可得STP下的 $H_2$ 若干體積？溶液的pH值為何？

# 例題解



$$\frac{2 \times (3 \times 60 + 13)}{96500} = 4 \times 10^{-3} \text{ mol } OH^-$$

$$[H^+] = 2 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$22.4 \times 2 \times 10^{-3} = 44.8 \text{ mL}$$

$$[OH^-] = \frac{4 \times 10^{-3}}{\frac{400}{1000}} = 10^{-2} \text{ M}$$

$$pOH = 2$$

$$\therefore pH = 14 - 2 = 12$$