



電解的應用



課程大綱

★ 工業上電解的實際應用

★ 電鍍

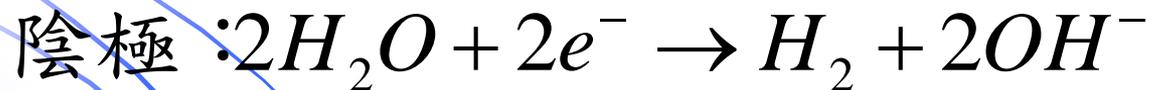
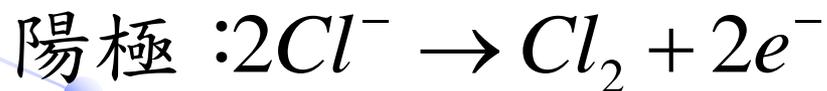
★ 電解精鍊

★ 腐蝕



電解食鹽水

- ★ 電解濃食鹽水時，陽極放出 Cl_2
- ★ 電解稀食鹽水時，陽極放出 O_2
- ★ 工業上濃食鹽水的電解俗稱鹼氯工業





工業電解食鹽水的方法

★ 汞極法

★ 隔膜法



★ 離子交換膜法

汞極法

- ★ 此法的主要設備電解槽是由電解室和解汞室組成，其特點是以汞為陰極，得電子生成液態的鈉和汞的合金。
- ★ 在解汞室中，鈉汞合金與水作用生成氫氧化鈉和氫氣，析出的汞又回到電解室迴圈使用。
- ★ 此法的優點是制製得的鹼液濃度高、品質好、成本低。
- ★ 最大的缺點是會帶來汞對環境的污染。所以此法已逐漸減少使用。



隔膜法

- ★ 主要設備是隔膜電解槽，其特點是用多孔滲透性的隔膜將陽極室和陰極室隔開，隔膜阻止氣體通過，而只讓水和離子通過。
- ★ 這樣既能防止陰極產生的氫氣與陽極產生的氯氣混合而引起爆炸，又能避免氯氣與氫氧化鈉反應生成次氯酸鈉而影響燒鹼的品質。

離子交換膜法

- ★ 電解槽為主要設備，採用具有選擇性的離子交換膜將陽極室和陰極室隔開。
- ★ 陽離子交換膜只允許 Na^+ 通過，而 Cl^- 、 OH^- 和氣體則不能通過。
- ★ 這樣可防止陰極產生的氫氣與陽極產生的氯氣混合而引起爆炸，又能避免氯氣與氫氧化鈉反應生成次氯酸鈉而影響鹼的品質。
- ★ 離子交換膜法在建設費用、電能損耗、產品品質和解決環境污染等方面都比隔膜法、水銀法優越，被公認是現代氯鹼工業的發展方向。

鋁的電解製法

- ★基本原料：鋁土礦(Al_2O_3)
- ★純氧化鋁熔點： $2045^{\circ}C$ 難熔化
- ★助熔劑： Na_3AlF_6
- ★電解槽：長方形，外面是鋼殼。內襯耐火磚
- ★碳作槽池（陰極）、兩個碳棒作陽極。
- ★陰極： $4Al^{3+} + 12e^{-} \rightarrow 4Al$
- ★陽極： $6O^{2-} \rightarrow 3O_2 \uparrow + 12e^{-}$
- ★總反應方程式： $2Al_2O_3 \rightarrow 4Al + 3O_2 \uparrow$
 $C + O_2 \rightarrow CO_2$

鋁的電解製法

- ★ 在陽極生成的氧氣在較高溫度下立即跟碳電極起反應，生成二氧化碳。因此，在電解過程裏，氧化鋁和碳塊需要定期補充。
- ★ 由於溫度在 1000°C 左右，電解生成的鋁在電解槽裏呈液態鋁析出。
- ★ 冰晶石-氧化鋁熔融體的密度小於液態鋁的密度，液態鋁就積存在槽底，可以定期汲出。



電鍍的定義

★利用電解反應，將擬鍍金屬鍍於另一種導體的表面，形成一層金屬外殼的方法。



電鍍的原理

✿ 利用電解反應中，溶液中的金屬離子會在負極接受來自電池負極送出的電子而還原成金屬原子而析出。

電鍍的方法

★被鍍物接在負極和電池的負極相連接。

★擬鍍金屬接在正極和電池的正極相連接。

★通入直流電後，正極金屬溶解成金屬離子，進入溶液中；溶液中的金屬離子移向負極，在被鍍物的表面析出，形成一層金屬薄膜，這就是電鍍。

電鍍的方法

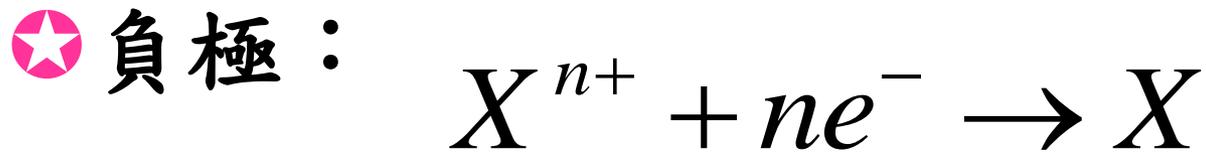
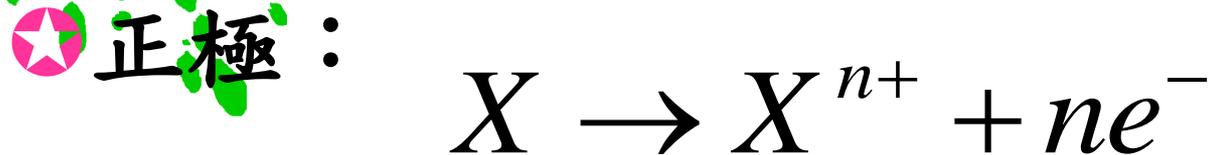
★電鍍液必須含有擬鍍金屬的離子溶液。

擬鍍金屬	正極	負極	電鍍液的鹽
銅	銅片	物體	硫酸銅(藍色)
銀	銀片	物體	銀氰化鉀(無色)
鎳	鎳片	物體	硫酸銨亞鎳

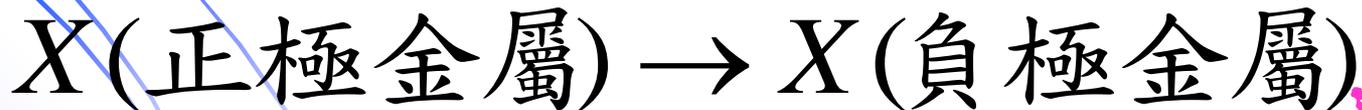
電鍍時的電解反應

- ★ 正極：擬鍍金屬溶解成金屬離子進入電鍍液中，並放出電子沿導線到電池正極以構成通路。
- ★ 負極：溶液中金屬離子在負極獲得來自電池負極送出的電子，形成金屬析出在被鍍物表面上。

擬鍍上某金屬X的電鍍反應 方程式



★ 淨反應：





鐵湯匙上鍍銅

★電鍍液：硫酸銅溶液

★正極：純銅



★負極：湯匙



★全反應： $Cu(\text{正極}) \rightarrow Cu(\text{負極})$

銅片上鍍銀

★電鍍液：銀氰化鉀溶液

★正極：純銀



★負極：銅片



★全反應： $\text{Ag}(\text{正極}) \rightarrow \text{Ag}(\text{負極})$

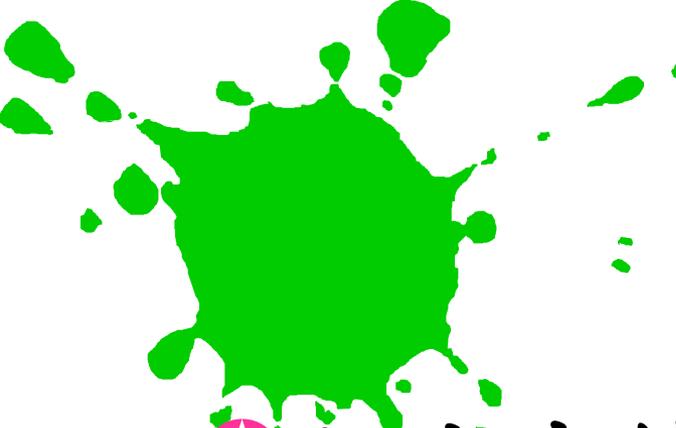
電鍍結果2-1

- ★ 金屬離子在被鍍物上被析出，電鍍液的濃度維持不變。
- ★ 正極減少的质量等於負極增加的质量。
- ★ 若電鍍液不蒸發，則電鍍的總質量不減。

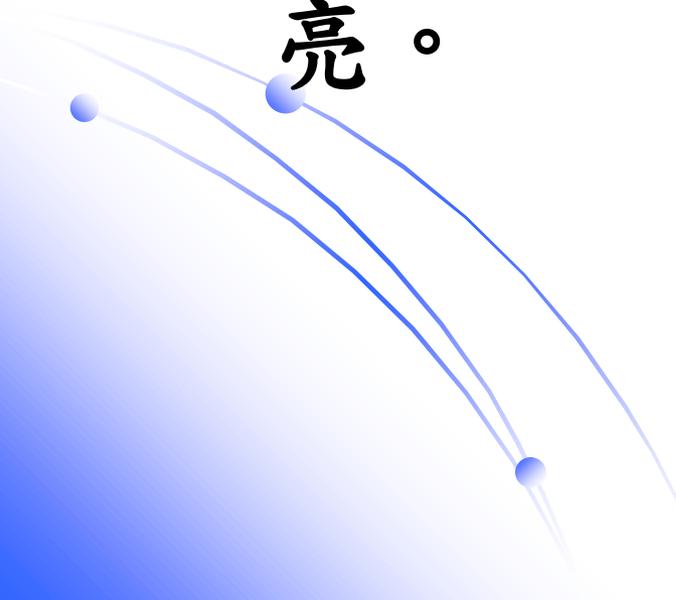
電鍍結果2-2

★若被鍍物式非導體，則需在物品表面先設法鍍上一層能導電的石磨，方可進行電鍍。

正極金屬	溶解形成離子，質量減少
負極物體	離子形成金屬析出，質量增加
電鍍液	離子濃度維持不變，顏色不變



電鍍的目的

- ★防止生鏽：能使電鍍層內部的金屬與空氣、水分隔離，以免生鏽。
 - ★增加美觀：能使物體表面光滑明亮。
- 

電鍍的注意事項2-1

- ★電鍍前，被鍍物表面先用係砂紙磨光以除鏽，再用稀NaOH洗去油污後，再用蒸餾水沖洗。
- ★電鍍時，外加直流電的電壓不宜太高，需在常溫下進行，以免鍍上的金屬氧化而失去光澤。且電流需維持不變，以免所鍍金屬易剝落。

電鍍的注意事項2-2

- ★電鍍後，被鍍物先以蒸餾水沖洗，再用丙酮洗淨，靜置一天後使電鍍層硬化，再用軟布擦亮。
- ★丙酮是易揮發溶劑，電鍍後的物體以丙酮沖洗後靜置，有助快速乾燥硬化。

化學電鍍

★指不使用外加電能下，經溶液中的氧化還原反應就可以完成的電鍍過程。

★種類

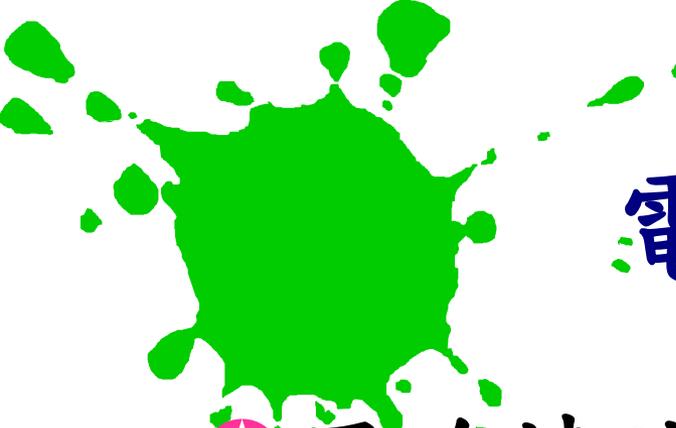
- ❖ 置換鍍（或稱浸鍍）
- ❖ 無電極電鍍（或稱化學還原鍍）

置換鍍（或稱浸鍍）

不使用外電能的情況下，利用各種金屬之間的還原電位差的性質，使貴金屬離子經還原反應而析出附在一般金屬表面，同時使一般金屬原子發生氧化反應而成離子。

無電極電鍍（或稱化學還原鍍）

- ★ 利用化學還原劑，將金屬鹽還原使其沈積在被鍍物體上，因它不需通電流，故稱之為無電極電鍍。



電解精鍊定義

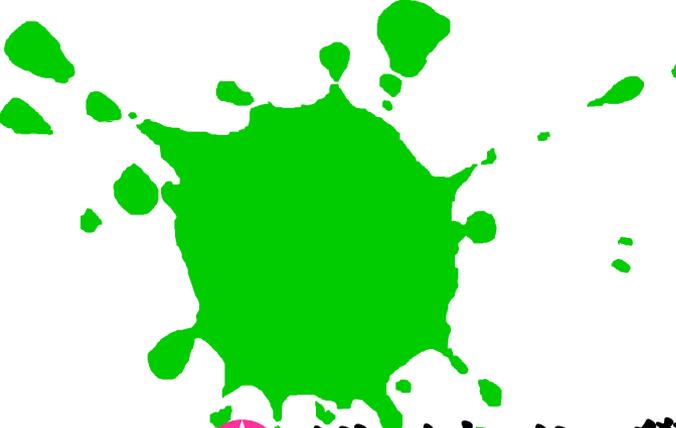
★用冶煉法製得的不純金屬，利用電鍍原理而得純度較高的金屬，簡稱電鍊。

以電解精鍊精製純銅

- ★ 將由還原法煉銅所得的粗銅連接在電解槽的正極，槽內放入硫酸銅溶液，純銅片接在負極，通入直流電。
- ★ 正極的粗銅漸漸變成 Cu^{2+} ，進入溶液中，粗銅中的雜質則沈積在槽底。
- ★ 溶液中的 Cu^{2+} 漸漸還原析出附著在負極的純銅片上。(純度達99.999%)。
- ★ 粗銅上不易氧化重金屬在陽極析出。

腐 蝕

- ★ 表面腐蝕：凡未被覆保護膜的金屬表面，暴露潮濕空氣中，即被氧化成氧化物。
- ★ 電化腐蝕：兩種電動勢不同的金屬相互接觸，且有水分時，氧化電位較高的金屬會放出電子而被氧化產生腐蝕現象。



鐵的生鏽

★鐵鏽化學式： $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

★生鏽原因：氧和水

★加速生鏽的因素

❖ H^+ 的存在

❖ 與氧化電位低的金屬接觸，則鐵變成陽極，則易腐蝕。



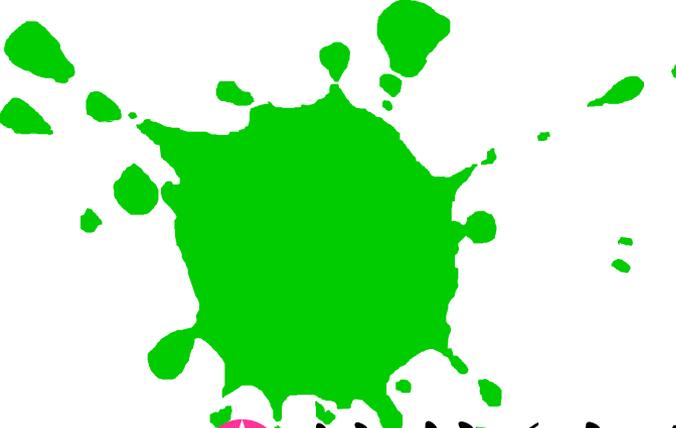
防止腐蝕的方法

- ★ 防止與酸接觸
 - ★ 防止形變
 - ★ 塗上油漆隔絕空氣
 - ★ 陰極保護法
 - ★ 鍍金屬法
 - ★ 通直流電
- 



陰極保護法

- ★ 以氧化電位高於鐵的的金屬（如 Zn、Sn）與鐵密接，則 Zn、Sn 失去電子成陽極，使鐵成陰極以報護之。



鍍金屬法

- ★ 鍍鋅(白鐵)：鋅與 O_2 、 CO_2 及 H_2O 作用，表面產生一層鹼式碳酸鋅以保護金屬內部。
- ★ 鍍錫(馬口鐵)：可隔絕空氣，但錫層脫落，卻加速鐵生鏽。