



中五 - 化學

金屬：腐蝕、活躍性與提取

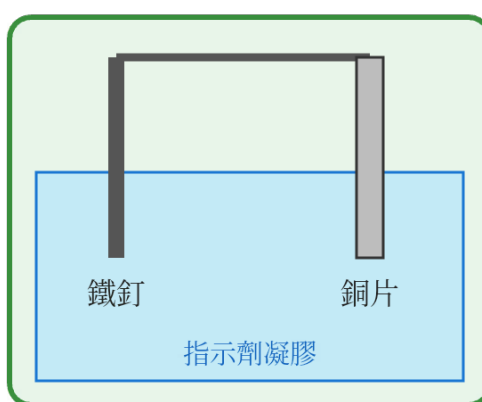
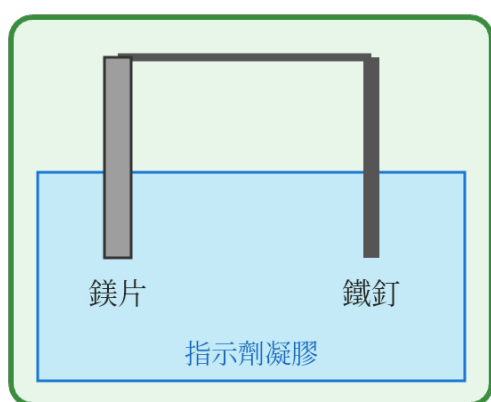
姓名： _____

班別： _____

1. 兩支相同的鐵釘分別半浸在兩份充滿空氣、含有鐵氰化鉀(III)及酚酞的凝膠中。每支鐵釘均連接到下圖所示的金屬片。假設凝膠起初呈中性，而兩條導線均保持良好接觸。

裝置 I

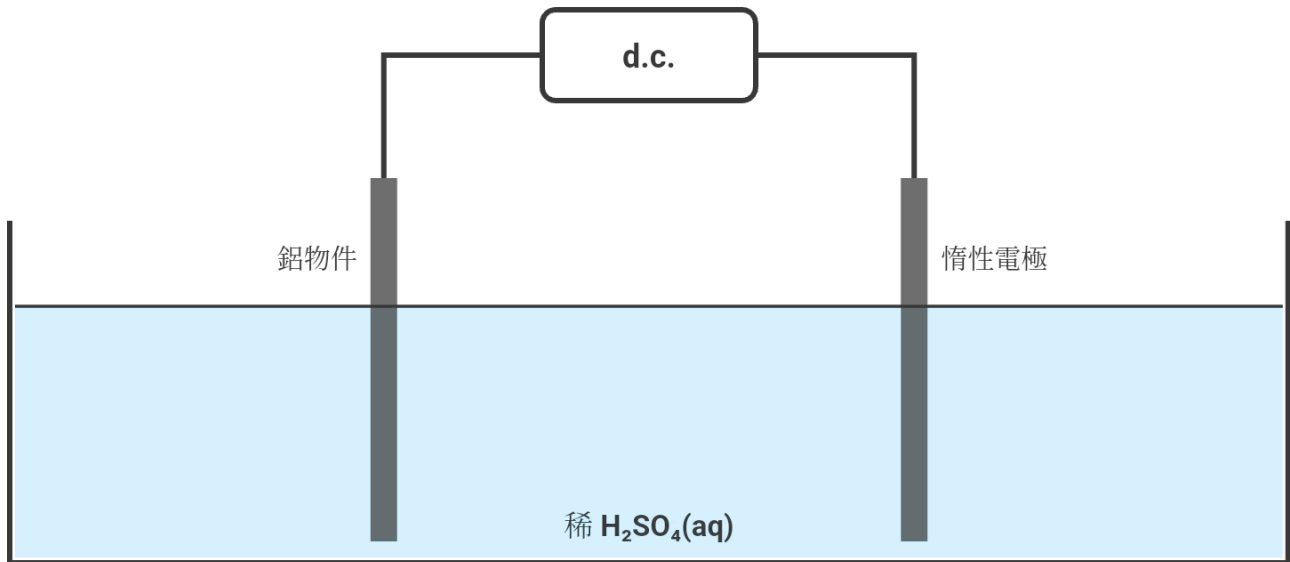
裝置 II



電化學過程進行一段時間後，以下哪項預測正確？

- A. 裝置 I：鐵釘附近出現粉紅色，但鐵釘附近**沒有**藍色；裝置 II：鐵釘附近出現藍色，而銅片附近出現粉紅色。
- B. 裝置 I：鐵釘附近出現藍色，而鎂片附近出現粉紅色；裝置 II：鐵釘附近出現粉紅色，而銅片附近出現藍色。
- C. 裝置 I：鎂片附近出現粉紅色，而鐵釘附近出現藍色；裝置 II：鐵釘附近出現藍色，而銅片附近**沒有**顏色。
- D. 兩個裝置都在鐵釘附近產生藍色，並且在同一支鐵釘附近產生粉紅色。

2. 下列電解裝置擬用於將鋁物件進行陽極化處理。



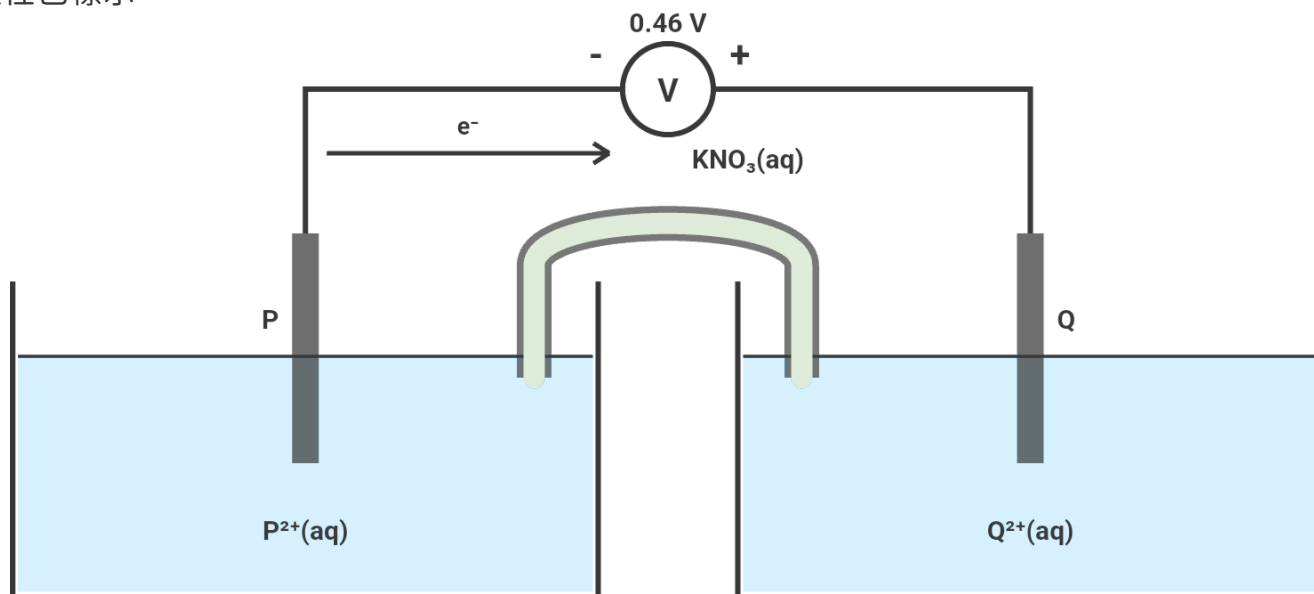
哪項陳述正確描述所需的電路連接及表面變化？

- A. 把鋁物件連接到正極；氧化作用形成較厚且附着牢固的 Al_2O_3 層。
- B. 把鋁物件連接到負極；還原作用移除天然氧化層並形成保護塗層。
- C. 把鋁物件連接到正極；鋁離子被還原並形成銅鍍層。
- D. 把鋁物件連接到負極；硫酸根離子被還原成硫並沉積在其表面。

3. 一條沿海住宅屋苑的鋼鐵欄杆在三種條件下接受測試。在每次試驗中，水和溶解氧均可到達特意造成的刮痕。試驗 I 有鋅鍍層，試驗 II 有錫鍍層，而試驗 III 的裸鐵以導線連接到一塊鋅。哪項陳述最準確？

- A. 三個試驗均能保護有刮痕的鐵，因為每種鍍層金屬都能阻隔空氣和水。
- B. 試驗 I 和 III 透過鋅的犧牲氧化保護鐵；而試驗 II 出現刮痕時，可能使局部生鏽加快。
- C. 試驗 II 和 III 都能保護鐵，因為鐵成為陽極並從鍍層得到電子。
- D. 試驗 I 會因鋅較活躍而加快生鏽，而試驗 II 在出現任何刮痕後仍然有保護作用。

4. 下圖顯示一個在室溫下運作的電池。金屬 P 和 Q 均形成帶 $2+$ 電荷的離子。電子方向及端子極性已標示。



哪項陳述正確描述 P 電極的過程及兩種金屬的相對活躍性？

- A. 在 P： $P(s) \rightarrow P^{2+}(aq) + 2e^{-}$ ；P 比 Q 活躍。
- B. 在 P： $P^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow P(s)$ ；P 比 Q 活躍。
- C. 在 P： $P(s) \rightarrow P^{2+}(aq) + 2e^{-}$ ；Q 比 P 活躍。
- D. 在 P： $Q^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Q(s)$ ；P 比 Q 不活躍。

5. 金屬 X 是 Mg、Zn、Fe 或 Cu 其中之一。它與稀鹽酸反應產生氫氣；能從硫酸亞鐵溶液中置換出鐵，但**不會**從硫酸鋅溶液中置換出鋅。其氧化物可在加熱下被碳還原。哪項結論正確？

- A. $X = \text{Mg}$ ；它以電解熔融 MgCl_2 的方法提取。
- B. $X = \text{Zn}$ ； $\text{Zn}(s) + \text{Fe}^{2+}(aq) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(aq) + \text{Fe}(s)$ ，而鋅可由氧化鋅的碳還原作用取得。
- C. $X = \text{Fe}$ ； $\text{Fe}(s) + \text{Zn}^{2+}(aq) \rightarrow \text{Fe}^{2+}(aq) + \text{Zn}(s)$ ，而氧化鐵需要以電解法提取。
- D. $X = \text{Cu}$ ； $\text{Cu}(s) + 2\text{HCl}(aq) \rightarrow \text{CuCl}_2(aq) + \text{H}_2(g)$ ，而氧化銅需要以電解法提取。

6. 把一條銅片與熱的濃硫酸一起加熱時，哪項同時正確給出總反應方程式及氧化還原變化？

- A. $\text{Cu}(s) + 2\text{H}_2\text{SO}_4(l) \rightarrow \text{CuSO}_4(aq) + \text{SO}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$ ；銅被氧化，而硫被還原。
- B. $\text{Cu}(s) + 2\text{HCl}(aq) \rightarrow \text{CuCl}_2(aq) + \text{H}_2(g)$ ；銅被氧化，而氫離子被還原。
- C. $\text{Cu}(s) + \text{H}_2\text{SO}_4(l) \rightarrow \text{CuSO}_4(aq) + \text{H}_2(g)$ ；硫酸根離子保持不變。
- D. $\text{Cu}(s) + 2\text{H}_2\text{SO}_4(l) \rightarrow \text{CuSO}_4(aq) + 2\text{SO}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$ ；銅和硫均被氧化。

7. 以下是三種金屬所得的資料。

金屬 A：在一些礦床中以游離金屬形式存在，而其氧化物在強烈加熱時會分解。

金屬 B：其氧化物可在加熱下被碳還原成金屬。

金屬 C：把其氯化物置於熔融狀態進行電解，以取得該金屬。

哪項推論最能由這些證據支持？

A. A 可能比 B 和 C 較早可供取得及被發現，因為它以游離狀態存在且只需少量還原。

B. B 比 C 活躍，因為碳還原比電力還原更強。

C. 與熔融氯化物相比，C 可以更容易透過電解氯化物水溶液提取。

D. A 必須以碳還原法提取，因為礦石中的金屬必定以化合狀態存在。

8. 製造商可以選擇由氧化鋁礦石提取新鋁，或重新熔化收集得的鋁罐。以下哪項評估在科學及經濟上合理？

A. 重新熔化會再生鋁礦，並使原生提取**不再需要**。

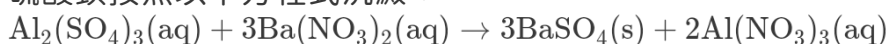
B. 重新熔化會重用現有的鋁、節省有限的礦石資源並通常減少能量消耗，但仍需要收集、處理和熔化。

C. 循環再造會消耗更多礦石，因為鋁原子會在熔化時被摧毀。

D. 循環再造**不可能**，因為鋁只能透過電解熔融 Al_2O_3 生產。

9. 把 40.0 cm^3 的 $0.150 \text{ mol dm}^{-3} \text{ Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq})$ 與 60.0 cm^3 的 $0.200 \text{ mol dm}^{-3} \text{ Ba}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$ 混合。

硫酸鋁按照以下方程式沉澱：



最後混合物中哪種離子的濃度最高？

A. $[\text{Al}^{3+}] = 0.120 \text{ mol dm}^{-3}$

B. $[\text{NO}_3^-] = 0.240 \text{ mol dm}^{-3}$

C. $[\text{SO}_4^{2-}] = 0.120 \text{ mol dm}^{-3}$

D. $[\text{Ba}^{2+}] = 0.120 \text{ mol dm}^{-3}$

10. 混合物只含有碳酸鎂和碳酸鈣。強烈加熱時，兩種碳酸鹽均分解為金屬氧化物和二氧化碳。

某份 2.2444 g 樣本產生 0.0240 mol 的 $\text{CO}_2(\text{g})$ 。樣本中含有多少質量的碳酸鈣？

相對原子質量： $\text{Mg} = 24.3$ 、 $\text{Ca} = 40.1$ 、 $\text{C} = 12.0$ 、 $\text{O} = 16.0$ 。

A. 0.843 g

B. 1.40 g

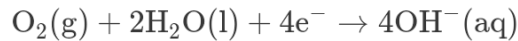
C. 1.56 g

D. 2.2444 g

答案

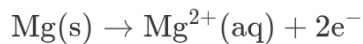
1 A

你可以先判斷哪種金屬較活躍。較活躍的金屬作為陽極並被氧化。在陰極，溶解氧被還原：



酚酞在含有 OH^- 的鹼性區域變成粉紅色。鐵氰化鉀(III)在產生 Fe^{2+} 時呈藍色。

在裝置 I，鎂比鐵活躍：



鐵釘是陰極，所以鐵釘附近變成粉紅色。鐵在該處**沒有**被氧化，因此鐵釘附近**不會**形成 Fe^{2+} 。

在裝置 II，鐵比銅活躍並被氧化。鐵釘附近出現藍色，而氧還原使銅片附近變成粉紅色。

2 A

陽極化處理是**電解氧化**過程。鋁物件必須作為陽極，因此連接正極。表面的氧化作用促成較厚且附着牢固的氧化鋁層形成：



較厚的 Al_2O_3 層保護性較強，並提高鋁的抗腐蝕性。

3 B

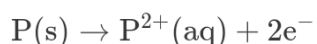
在鍍鋅保護中，鋅比鐵活躍。如果刮痕露出鐵，鋅會優先被氧化，並向鐵提供電子，這種方法稱為**犧牲保護**。

試驗 III 中的鋅塊以相同原理運作：它作為犧牲陽極，而鐵成為陰極。

錫比鐵不活躍。完整的錫鍍層可以把鐵與空氣和水隔開，但在出現刮痕時，露出的鐵成為陽極，而錫成為陰極。這可能使鐵的局部腐蝕加快。

4 A

圖中顯示電子由 P 流向 Q。電子離開陽極，因此 P 進行氧化：

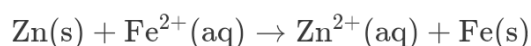


較活躍的金屬較容易形成正離子，因為它較容易失去電子。因此，P 比 Q 活躍，而 Q^{2+} 在陰極被還原。

5 B

能置換出鐵，表示 X 比鐵活躍。**沒有**從硫酸鋅中置換出鋅，表示 X 的位置在鋅之上或與鋅相同。列出的金屬中，唯一符合兩項觀察的是鋅。

此置換反應可用淨離子方程式表示：



鋅比鎂不活躍，因此氧化鋅可在加熱下被碳還原；鎂的化合物則需要以電解法提取。

6 A

熱的濃硫酸是具氧化性的酸。銅失去電子，氧化數由 0 變為 +2。硫酸根中的硫由 +6 還原為二氧化硫中的 +4。

平衡方程式為：



生成物包括硫酸銅(II)水溶液和二氧化硫氣體。

7 A

提取方法反映金屬形成正離子的傾向。金屬 A 以游離狀態存在，而且其氧化物單獨加熱便會分解，表示它形成離子的傾向相對較弱，所以 A 是三者中最不活躍的金屬。

碳還原適用於活躍性處於中間的金屬 B。較活躍的金屬 C 需要熔融物電解，因為它的離子難以用化學方法還原。較容易提取的金屬通常較早可以取得並被發現。

8 B

循環再造會重新熔化已經提取的鋁，因此毋須把一批新的鋁離子從氧化鋁中還原出來。這可節省有限的礦石資源，而且通常比初級提取消耗較少能量；不過，收集、分類、運輸和重新熔化仍然需要成本，並會帶來環境影響。

因此，循環再造很有價值，但不能完全取代所有原生提取。

先計算初始物質的量：

$$n(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 0.150 \times 0.0400 = 0.00600 \text{ mol}$$

$$n(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = 0.200 \times 0.0600 = 0.0120 \text{ mol}$$

方程式要求每 1 摩爾硫酸鋁需要 3 摩爾硝酸鋇。0.00600 mol 硫酸鋁需要 0.0180 mol 硝酸鋇，所以硝酸鋇是限量試劑。

反應後剩餘或形成的物質的量如下：

$$n(\text{Al}^{3+}) = 2(0.00600) = 0.0120 \text{ mol}$$

$$n(\text{NO}_3^-) = 2(0.0120) = 0.0240 \text{ mol}$$

$$n(\text{SO}_4^{2-}) = 3(0.00600) - 0.0120 = 0.00600 \text{ mol}$$

$$n(\text{Ba}^{2+}) = 0$$

最後體積為 0.1000 dm^3 ，所以：

$$[\text{Al}^{3+}] = 0.120 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[\text{NO}_3^-] = 0.240 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = 0.0600 \text{ mol dm}^{-3}$$

因此，硝酸根離子的濃度最高。

兩種碳酸鹽每 1 摩爾均產生 1 摩爾二氧化碳。設碳酸鎂和碳酸鈣的物質的量分別為 x 和 y ：

$$x + y = 0.0240$$

先計算摩爾質量：

$$M(\text{MgCO}_3) = 24.3 + 12.0 + 3(16.0) = 84.3 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{CaCO}_3) = 40.1 + 12.0 + 3(16.0) = 100.1 \text{ g mol}^{-1}$$

樣本的質量方程式為：

$$84.3x + 100.1y = 2.2444$$

代入 $x = 0.0240 - y$ ：

$$84.3(0.0240 - y) + 100.1y = 2.2444$$

$$2.0232 + 15.8y = 2.2444$$

$$15.8y = 0.2212$$

$$y = 0.0140 \text{ mol}$$

因此，碳酸鈣的質量為：

$$m = 0.0140 \times 100.1 = 1.4014 \text{ g} \approx 1.40 \text{ g}$$