

高溫型燃料電池

1. 高溫燃料電池(如固態氧化物燃料電池與熔融碳酸鹽燃料電池)與低溫燃料電池之重大差異(除了操作溫度之外)為何? (8%)

高溫燃料電池:效率較高(50-80%)、陽極常用鎳等金屬、常用於大型發電站或工業應用。

低溫燃料電池:效率較低(50-60%)、陰陽極使用白金/碳、常見於交通運輸。

2. 作為固態氧化物燃料電池與熔融碳酸鹽燃料電池之電解質差異為何? (8%)

固態氧化物燃料電池: 摻雜氧化鋯 (ZrO_2)，通常摻入氧化釔 (Y_2O_3) 形成釔穩定氧化鋯 (YSZ)。

熔融碳酸鹽燃料電池: 熔融的碳酸鹽。

3. 作為高溫固態氧化物燃料電池(SOFC)之電極(陰極與陽極)材料，與高分子燃料電池電極(具催化性)材料有何差異極其原因? (SOFC)之電極所需具備的特質為何? (8%)

(1)

- 高溫固態氧化物燃料電池電極材料：

- 陽極材料：SOFC 的陽極通常使用鎳基陶瓷材料，如鎳-釔穩定氧化鋯 (Ni-YSZ) 複合材料。鎳具有良好的催化活性，用於氧化氫氣或一氧化碳，同時 YSZ 可作為導電材料。這些材料能夠在高溫環境下保持穩定。
- 陰極材料：SOFC 的陰極常用鈣鈦礦型材料，如鋇摻雜的鈣鈦礦氧化物 ($\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ ，LSM) 或鋇鐵鈷氧化物 (SrFeCoO_3 ，SFC)。這些材料在高溫下具有良好的氧還原反應催化活性，並且能導電。

- 高分子燃料電池電極材料：

- 陽極和陰極材料：PEMFC 的電極一般使用貴金屬催化劑，最常見的是鉑 (Pt) 或鉑基合金材料。鉑在較低溫度下具有極高的催化活性，用於氫氣的氧化（在陽極）和氧氣的還原（在陰極）。

(2) SOFC 電極所具備的特性有以下幾點:

- 高溫穩定性：SOFC 的電極材料必須能夠在高溫下長時間穩定運行，這意味著它們不會在高溫環境中退化或分解。
- 良好的催化活性：陽極材料需要對氫氣和一氧化碳氧化反應有高催化活性，而陰極材料則需要對氧氣還原反應具有良好的催化效果。
- 導電性：SOFC 電極材料需要具備高的電子導電性，以確保電流能有效傳輸。陽極通常需要兼具電子和離子導電能力（特別是在與電解質界面的區域）。
- 化學相容性：電極材料與電解質材料之間需要有良好的化學相容性，這樣才能確保反應界面穩定且不會發生不良的副反應。
- 孔隙結構和氣體擴散能力：電極材料通常需要具有多孔結構，以允許反應氣體有效地擴散到反應界面並參與電化學反應。

鋰離子電池

1. 在電池正負極材料性能，常常以 Ah/g 或 mAh/g 來表示；請以 1 mole 電子的電量，換算成多少 Ah；(請呈現簡要計算過程)

1mole 電子的電量為 96500C。

且因為 1 安培等於 1 庫倫/秒，因此 1 安培小時等於 3600 庫倫
題目求 $\text{Ah/mole} = (96500\text{C/mole}) / (3600\text{C/Ah}) = 26.8\text{Ah/mole}$

A: 約 26.8Ah

2. 以 LiCoO_2 作為鋰離子電池正極材料，(i) 請列出 Li，Co，O 三種離子中，何者為提供電子貢獻者？(ii) 分別說明在充電及放電過程中，產生何種反應及其價數是如何變化？

(i) 鈷(Co)為電子貢獻者

(ii) 放電過程中，鋰離子嵌入 LiCoO_2 ，鈷從+4 還原為+3



充電過程中，鋰離子脫出 LiCoO_2 ，鈷從+3 氧化為+4



3. (6 %) 請計算以錳酸鋰(LiMn_2O_4)作為鋰離子正極材料，其(i)克電容量及(? mAh/g (原子量分別為 Li=6.9，Mn=55，

$$M = 6.9 + (55 \times 2) + (16 \times 4) = 6.9 + 110 + 64 = 180.9\text{g/mol}$$

$$\text{克電容量} = (1 \times 96500) / 180.9 = 533.45 \text{C/g} =$$

$$533.45 / 3600 \times 1000 = 148.18 \text{mAh/g}$$

A: 148.18mAh/g