**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。

1. **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（ZrO₂），通常摻入氧化釔（Y₂O₃）形成釔穩定氧化鋯（YSZ）。

熔融碳酸鹽燃料電池: 熔融的碳酸鹽。

1. **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%)**

* 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，如鍶摻雜的鈣鈦礦氧化物（La₁₋ₓSrₓMnO₃，LSM）或鍶鐵鈷氧化物（SrFeCoO₃，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）。
  1. 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庫侖/秒，因此1安培小時等於3600庫侖

題目求Ah/mole = (96500C/mole)/(3600C/Ah) = 26.8Ah/mole

A: 約26.8Ah

1. **以****LiCoO2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?**
2. 鈷(Co)為電子貢獻者
3. 放電過程中，鋰離子嵌入LiCoO₂，鈷從+4還原為+3

Li1−xCoO2​+xLi++xe−→LiCoO2​；

充電過程中，鋰離子脫出LiCoO₂，鈷從+3氧化為+4

LiCoO2​→Li1−x​CoO2​+xLi++xe−

1. **(6 %) 請計算以錳酸鋰(LiMn2O4)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+(55×2)+(16×4)=6.9+110+64=180.9g/mol

克電容量 = (1\*96500)/180.9 = 533.45C/g = 533.45/3600×1000=148.18mAh/g

A: 148.18mAh/g