

2009 鍾靈化學創意競賽實驗題

考試時間：180 分鐘

姓 名：_____ 組別：_____

安全注意事項

- 化學實驗有一定的危險性，請遵照老師指示，小心使用儀器及藥品，以免發生傷害及意外。
- 必須全程穿實驗衣及戴手套和安全眼鏡。
- 酸、鹼具有腐蝕性，應避免與皮膚接觸而引起灼傷。

題目：潔淨的未來能源——化學儲氫系統的探討

經濟的快速發展，導致各國對化石能源的需求急遽增加，因而油價屢創新高。另一方面，大量使用化石能源，已經接近枯竭，又會產生二氧化碳，持續累積在大氣中，因溫室效應造成地球暖化。因此，各國都積極開發各種替代能源，以解決能源短缺的問題，並取得符合環保的潔淨能源。

氫氣是符合環保的乾淨能源之一，因為氫氣和氧氣完全燃燒後，唯一的產物是水，不會造成任何污染。現階段氫氣能源的研究有很多瓶頸，其中以儲存的研究最具挑戰性。因為若以氫氣體的形式來儲存和運輸，會有明顯的安全性及運輸的成本問題。若將氫以化學鍵的形式結合成穩定的氫化物，只需在適當的金屬觸媒的催化下，氫化物便可輕易地釋放所儲存的氫氣。例如：具有氫高儲存密度的硼氫化鈉(NaBH_4)便可以提供 4 個 H 與水中的 H^+ 反應產生 H_2 。目前，這方面的研究發展成長非常快速。

一、實驗目的：

本次鍾靈化學創意競賽實驗，就是「硼氫化鈉化學儲氫系統的探討」。依據所提供的試劑，自行設計實驗，精確測量硼氫化鈉水溶液之儲氫總量，篩選適當的金屬鹽類製備觸媒，催化釋放所儲氫氣，建立穩定的「氫氣釋放」系統。

二、實驗材料：(請於實驗前檢查核對是否有遺漏或缺損，所有實驗材料不再補充，請詳實設計實驗方法後，再進行實驗。)

硼氫化鈉(NaBH_4)鹼性溶液(60 mL)、 HCl 溶液(0.04 M, 15 mL)、硝酸鐵($\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$) 溶液(0.10 M, 3 mL, 1 瓶)、氯化亞鈷(CoCl_2)溶液(0.10 M, 3 mL, 1 瓶)、硫酸銅(CuSO_4)溶液(0.10 M, 3 mL, 1 瓶)、蒸餾水(500 mL)。

標籤紙(1 大張)、燒杯(500 mL, 1 個)、燒杯(100 mL, 2 個)、錐形瓶(50 mL, 2 個)、量筒(10 mL, 2 個)、量筒(100 mL, 1 個)、滴管(3 支)、漏斗(1 個)、攪拌子(1 個)、滴定管(50 mL, 1 支)、抽濾瓶(125 mL, 1 個)、橡皮管(1 條)、矽膠塞(1 個)、塑膠吸管尖(1 個)、鐵環(1 個)、樣品瓶(20 mL, 3 個)、汽球(1 個)。

三、實驗步驟:

第一部分: 硼氫化鈉所儲氫氣的總量

測量 10 mL 硼氫化鈉溶液和 10 mL HCl 溶液反應後所釋放 H_2 的體積(mL)。(10 mL HCl 溶液是過量試劑)

第二部分: 篩選適當的金屬鹽類製備觸媒

利用不同濃度的少量金屬鹽類溶液(定量), 以現有實驗器材目測觀察各種金屬(Fe , Co , Cu)對硼氫化鈉溶液釋放 H_2 速率的影響。

第三部分: 催化釋放所儲氫氣, 建立穩定的「氫氣釋放」系統

根據第二部分篩選實驗的結果, 在各種金屬(Fe , Co , Cu)的最佳濃度下建立穩定的「氫氣釋放」系統(共三個)。

四、實驗紀錄:(詳實記錄實驗內容, 至少應包含下列各項)

1. 先寫出你的實驗計劃和原理。
2. 詳細記錄實驗過程, 包括觀察所得現象, 和各種試劑之取用量。
3. 寫出每一實驗步驟及其所根據之原理(包含計算過程, 應詳盡並充分解釋)。

第一部分: 硼氫化鈉所儲氫氣的總量

4. 計算原始 NaBH_4 溶液的濃度(M, 體積莫耳濃度)。

第二部分：篩選適當的金屬鹽類製備觸媒

5. 依實驗觀察的結果，應詳盡討論各種金屬的濃度效應，並比較三種金屬彼此間活性的差異性。

第三部分：催化釋放所儲氫氣，建立穩定的「氫氣釋放」系統

6. 以時間為橫座標(分鐘)，釋出氫氣總體積(mL)為縱座標作圖(每種金屬各作一個“氫氣總體積-時間”圖)。
7. 計算出穩定的釋氫速率。(每種金屬)
8. 試解釋初始及終末時段的釋氫速率。(每種金屬)
9. 根據所有實驗結果，歸納並討論所有可能影響釋放氫氣速率的因素。
10. 選擇一個最佳的氫氣釋放系統，並說明原因。