106學年度高雄市國民中學自然學科競賽

化學科實驗試題（答案直接填入試題答案卷中）

**組別：【 】**

注意： 1. 進入實驗競賽場地，請著實驗衣。

2. 實驗過程請確實戴護目鏡、手套及口罩。

3. 檢查您桌上的藥品及器材是否齊全，若不齊全，請舉手請評審老師補齊；若已齊全，則請坐好，靜待評審老師宣佈實驗開始。

**題目：過錳酸的氧化還原反應**

1. **實驗說明：**

課程中曾經學習到氧化還原單元，特定的一些金屬離子(過渡金屬等)具不同的氧化態，於溶液中會呈現不同的顏色，而這些顏色的改變可以透過調控溶液的酸鹼值來達到，例如：在酸性溶液中，過錳酸根離子 (permanganate ion, MnO4-) 中金屬錳為+7價離子與草酸根離子 (oxalate ion, C2O42-)進行反應，可得到二氧化碳及得到錳(II)離子，溶液顏色會變成無色。反應式如式 (1) 所示。

2 MnO4-(*aq*) + 5 C2O42-(*aq*) + 16 H+(*aq*) → 2 Mn2+(*aq*) + 10 CO2(*g*) + 8 H2O(*l*)　．．．．．**式 (1)**

(紫色) (無色)

本實驗便是以不同價數的錳離子作為指示劑，用以判斷反應程度。實驗過程中，透過改變反應物當量或加入不同的催化劑來控制反應時間，以期找出最佳反應條件。

1. **藥品清單：**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 藥品名稱 | 分子量 | 容量 | 數量 |
| 0.1 M KMnO4*(aq)* | 158.03 g/mol | 100 mL | 1瓶 |
| 0.7 M H2C2O4・2H2O*(aq)* | 126.07 g/mol | 80 mL | 1瓶 |
| 0.3 M H2C2O4・2H2O*(aq)* | 126.07 g/mol | 80 mL | 1瓶 |
| 4.0 M H2SO4*(aq)* | 98.08 g/mol | 100 mL | 1瓶 |
| MnSO4・4H2O*(s)* | 223.07 g/mol | 1.20 g | 1罐 |
| MgSO4*(s)* | 120.37 g/mol | 0.75 g | 1罐 |

1. **器材清單：**
2. 各組使用器材

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名稱 | 數量 | 名稱 | 數量 |
| 500 mL 燒杯 | 1 個 | 碼表 | 1 個 |
| 50 mL 錐形瓶 | 5 個 | 天秤 (精確至0.01 g) | 1 台 |
| 10 mL 量筒 | 4 個 | 刮勺 | 2 支 |
| 塑膠滴管 | 4 個 | 個 人 安 全 防 護 用 具 (護目鏡、實驗衣、塑膠手套) | 每人 1 套 |

1. 共用器材：秤量紙、蒸餾水及廢液桶
2. **實驗步驟：**

**實驗一、過錳酸及草酸反應時間測定-*最佳反應時間建立***

1. 在50 毫升的錐形瓶中，加入5 毫升的0.7 M H2C2O4*(aq)*及5 毫升的4.0 M H2SO4*(aq)*，均勻搖晃後，迅速加入 5 毫升 0.1 M KMnO4*(aq)*。

2. 持續搖晃，並以碼錶記錄下，溶液由深紫色變為透明無色所需的時間。

3. 重複實驗三次，取其平均值，並計算MnO4-(*aq*)的消耗速率。

**實驗二、控制草酸濃度之測定-*最佳****H2C2O4(aq)****濃度建立***

1. 在另一錐形瓶中，加入5 毫升的4.0 M H2SO4*(aq)*並改變5 毫升 H2C2O4*(aq)*的濃度為0.3 M。

2. 均勻搖晃後，迅速加入 5 毫升 0.1 M KMnO4*(aq)*，以碼錶紀錄反應時間。

3. 選定最佳的H2C2O4*(aq)*的濃度條件，進行實驗三。

**實驗三、添加催化劑之測定-*探討不同催化劑對於反應速率的影響***

1. 取一錐形瓶，加入5 毫升的4.0 M H2SO4*(aq)*及5 毫升實驗二得到特定濃度條件的H2C2O4*(aq)*後，再加入0.001莫耳的MnSO4*(s)*。

2. 均勻混合後，加入5 毫升 0.1 M KMnO4*(aq)*，並記錄下反應時間。

3. 將步驟1的MnSO4*(s)*置換為0.001莫耳的MgSO4*(s)*。

4. 找出最佳的催化劑。

**最後，綜合以上實驗一到三的實驗結果，找出最佳反應條件。**

1. **實驗記錄：**

**實驗一、過錳酸及草酸反應時間測定**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 反應時間 [s] | MnO4-(*aq*)的消耗速率 [Ms-1] |
| 第一次 |  |  |
| 第二次 |  |
| 第三次 |  |
| 平均 |  |  |

**實驗二、控制草酸濃度之測定**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 草酸濃度 [M] | 反應時間 [s] | MnO4-(*aq*)的消耗速率 [Ms-1] |
| 實驗一 | 0.7 |  |  |
| 第一次 | 0.3 |  |  |
| 第二次 |  |
| 第三次 |  |
| 平均 |  |  |

**實驗三、添加催化劑之測定**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 催化劑 | 反應時間 [s] | MnO4-(*aq*)的消耗速率 [Ms-1] |
| 實驗二 | 無 |  |  |
| 第一次 | MnSO4*(s)* |  |  |
| 第二次 |  |
| 第三次 |  |
| 平均 |  |  |
| 第一次 | MgSO4*(s)* |  |  |
| 第二次 |  |
| 第三次 |  |
| 平均 |  |  |

**四、最佳反應條件：**

2 MnO4-(*aq*) + 5 C2O42-(*aq*) + 16 H+(*aq*) 2 Mn2+(*aq*) + 10 CO2(*g*) + 8 H2O(*l*)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| KMnO4  濃度 | H2C2O4  濃度 | 催化劑 | 反應時間 | MnO4-(*aq*)  消耗速率 |
|  |  |  |  |  |

1. **問題討論：**
2. 本實驗加入硫酸溶液之原因？
3. 實驗中，透過何種方式提高反應速率，並說明其原因？

化學反應還可以透過哪些方法加速反應，並推測原因？

1. 本實驗為自催化(autocatalysis)反應，代表反應生成的產物可以加速本身化學反應的現象。請說明本實驗中的自催化反應為何？