

2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告表單

題目名稱： 你被「盪」了-探討溫度及濃度對 BR 振盪反應之影響

一、摘要

著名的化學振盪反應中我們採取其中 BR 反應進行探討與研究。其反應是一種透明、黃和藍色交替出現的週期性反應，其反應物為 KIO_3 、 H_2O_2 、 $\text{CH}_2(\text{COOH})_2$ ，再透過濃硫酸提供酸性環境，以 MnSO_4 作為催化劑。在實驗中，我們運用光感應器偵測溶液透光的變化，並探討反應物濃度以及溫度對 BR 反應的影響，求出反應級數和相關係數。



圖（一）實驗過程圖

二、探究題目與動機

Ex.問題來源與動機（可用科學的方式來解釋）。

觀察

在 PBL 課程中我們知道了許多各種不同的化學實驗，其中具有規律性的顏色變化特色的振盪反應吸引著我們。在觀看了三種不同的振盪反應實驗影片後，最讓我們感興趣的便是 BR 振盪反應，使我們想了解反應的變色原理及影響顏色變化的因素，同時在高二下所學的反应速率單元中也學習了求出反應級數的方法，因此想透過這個實驗，將所學知識用於實驗，並以此作為研究主題來探討。

提出問題

問題一：使用光感應器探討改變 BR 振盪反應之溶液溫度後振盪週期及次數變化。

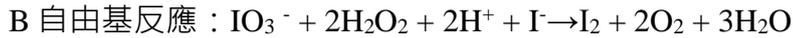
問題二：使用光感應器探討改變 BR 振盪反應之反應物濃度後振盪週期及次數變化。

問題三：推導各反應物之反應級數。

文獻探討

一、實驗原理

（一）BR 震盪反應反應式



(二) 自由基反應原理

B 反應中的雙氧水可以分解產生氫氧自由基，而氫氧自由基是一種活性極高的物質，容易參與反應，因此自由基所在的反應式速率會較高，導致 A 反應和 B 反應的速率不同，進而產生顏色的變化。

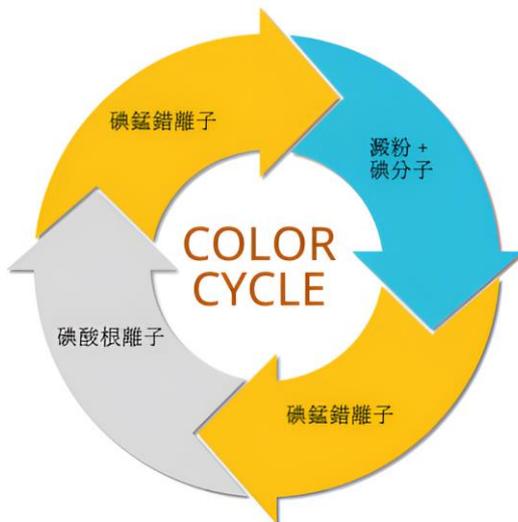
二、顏色變化以及光感應器顏色偵測範圍

(一) 顏色變化原理

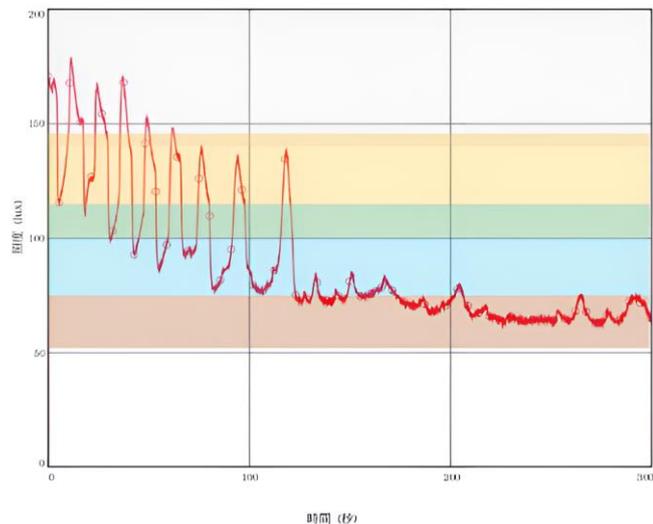
1. 黃：碘鎂錯離子
2. 藍：碘分子+澱粉
3. 透明：碘酸根離子

(二) 光感應器顏色偵測範圍

1. 透明：170lux~140lux
2. 淺黃：150lux~130lux
3. 黃色：130lux~100lux
4. 淺藍：120lux~100lux
5. 藍色：100lux~80lux
6. 棕色：80lux~60lux



圖(二) 振盪反應之顏色變化原理



圖(三) 光感應器偵測示意圖

三、反應級數

我們透過速率定律式 $r=k[\text{H}_2\text{O}_2]^a[\text{KIO}_3]^b[\text{starch}]^c[\text{CH}_2(\text{COOH})_2]^d[\text{MnSO}_4]^e$ 將各濃度帶入公式中，其中因為無法直接測定反應速度，因此我們運用光度的變化量除上反應時間作為公式中的速率 r ，並以此計算出反應級數 a,b,c,d,e 。

三、探究目的與假設

Ex. 針對觀察到的現象提出假設（不一定只有一項假設），並以現有資訊為基礎，運用邏輯思考推導出的假設。

假設一：溶液溫度越高，振盪週期越短。

假設二：反應物濃度越高，振盪週期越短、次數越多。

假設三：作為反應物的 KIO_3 、 H_2O_2 、 $\text{CH}_2(\text{COOH})_2$ 反應級數應較高。

四、探究方法與驗證步驟

Ex. 利用科學原理，透過觀察或進行實驗來蒐集新的訊息，以驗證假設成立。

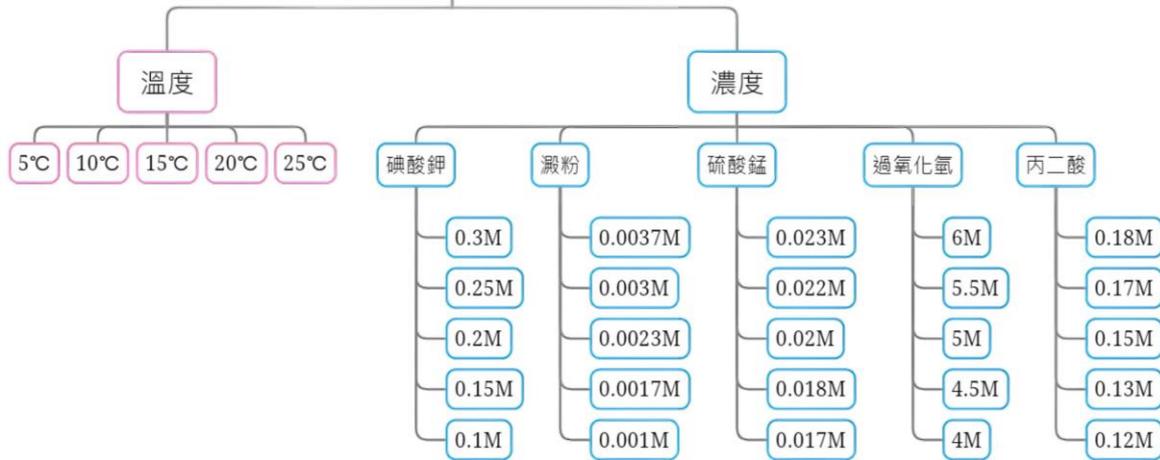
一、實驗流程

（一）配置標準溶液

1. 溶液 A：將 34mL（約 0.5mole）的 34% 雙氧水溶於蒸餾水中配置成 100mL 溶液。
2. 溶液 B：取 0.5mL 濃硫酸加入蒸餾水中後，再加入 4.3g（約 0.02mole）碘酸鉀並混和均勻，並配置成 100mL 溶液。
3. 溶液 C：取 0.25g（約 0.0007mole）的澱粉溶於熱水中，再加入 4.68g（約 0.045mole）的丙二酸以及 1.02g（約 0.006mole）的硫酸錳配置成 300mL 溶液。
4. 用滴定管取溶液 C 30mL、溶液 B 40mL 混和成溶液 D 後恆溫於 20°C。
5. 溶液 A 30mL 用滴定管注入溶液 D，並用光感應器偵測其反應的震盪次數與時間。

（光感應器：我們將時間都限制在 300s 內，並使用光通量單位 lux。反應時我們在溶液底部裝設照光元件，確保在無色時的光通量皆為相同，也因顏色改變而導致透光度的不同，可用光感應器偵測並呈現光強度與顏色變化的關係。）

溫度和濃度對BR振盪反應之影響

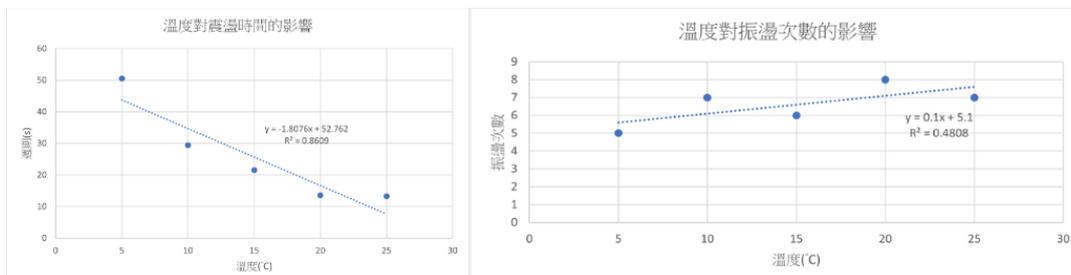


五、結論與生活應用

Ex.同樣的成果可以應用到生活哪些領域?

(一) 改變溶液溫度對 BR 振盪反應振盪週期之影響：

1. 不論溫度如何改變，總振盪次數都相近，大約為 8 次。
2. 溫度與振盪週期呈高度負相關，當溫度越高時，振盪週期越久。



(二) 改變反應物濃度對 BR 振盪反應振盪週期之影響：

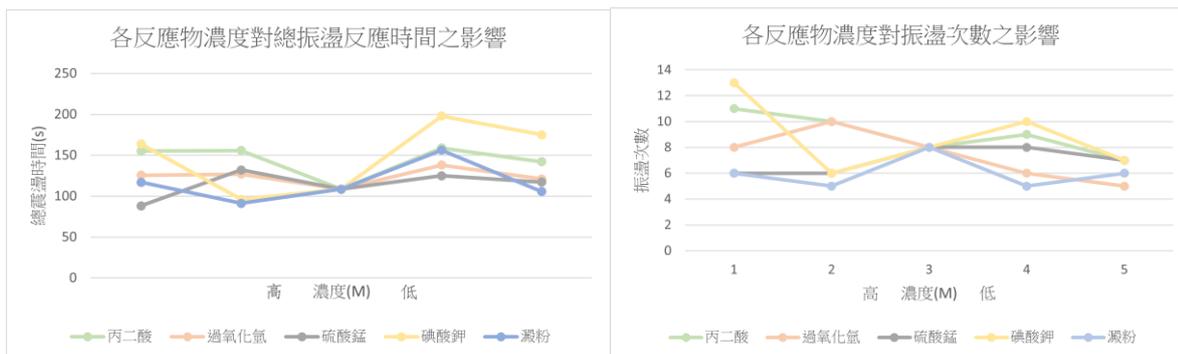
1. KIO_3 、 H_2O_2 、 $\text{CH}_2(\text{COOH})_2$ 的濃度越高時，週期會隨之降低，反應速率越快。
2. 運用光通量改變與週期計算出的反應級數中可明顯發現， KIO_3 、 H_2O_2 、 $\text{CH}_2(\text{COOH})_2$ 為 BR 反應中最重要的反應物。
3. MnSO_4 的濃度高低對振盪次數的關聯性較低，因此可推測 MnSO_4 為 BR 振盪反應中的催化劑，且當無 MnSO_4 時，會導致實驗過慢而無法在一定時間內觀察到其變化。
4. 澱粉做為指示劑，在極低的濃度下，我們難以觀察其顏色週期變化。

5. 由實驗結果可知，該反應條件下的速率定律式為

$$r=k[\text{H}_2\text{O}_2]^{2.14}[\text{KIO}_3]^{1.11}[\text{CH}_2(\text{COOH})_2]^{1.8}[\text{MnSO}_4]^{1.02}。$$

(三) 探討反應物濃度對於反應總時長和反應次數的影響：

1. KIO_3 、 H_2O_2 、 $\text{CH}_2(\text{COOH})_2$ 的濃度越高時，反應次數越多。
2. KIO_3 、 H_2O_2 、 $\text{CH}_2(\text{COOH})_2$ 濃度的改變與總反應時長較無關聯。
3. MnSO_4 的濃度越高時，週期與總時長皆下降。
4. 澱粉與的濃度皆和反應時長、反應總時間較無關聯。



(四) 應用

BR 振盪反應為具有規律變化的週期性反應，與人體許多生理鐘相同，如：新陳代謝、心率等等，但其相位不太相同，因此還需做更深入的研究。

參考資料

需註明出處。

- (一) 陳亞拿、游茜雯、翁梓樺 (2007)，當我們倒在一起--BR 振盪反應的探討，第四十七屆中小學科學展覽會。
- (二) 王柏涵 (2019)，善 Bang 的化學鐘—BR 振盪反應，第 18 屆旺宏科學獎。
- (三) 林萱、陳子晏 (2022)，奧妙的 BR 振盪反應，第六十屆中小學科學展覽會。
- (四) 廖旭茂 (2023)，以氧化還原電位計探究 BR 振盪反應的過程，台灣化學教育。

註：

1. 報告總頁數以 6 頁為上限。
2. 除摘要外，其餘各項皆可以用文字、手繪圖形或心智圖呈現。
3. 未使用本競賽官網提供「成果報告表單」格式投稿，將不予審查。
4. 建議格式如下：

- 中文字型：微軟正黑體；英文、阿拉伯數字字型：Times New Roman
- 字體：12pt 為原則，若有需要，圖、表及附錄內的文字、數字得略小於 12pt，不得低於 10pt
- 字體行距，以固定行高 20 點為原則
- 表標題的排列方式為向表上方置中、對齊該表。圖標題的排列方式為向圖下方置中、對齊該圖