

2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：
一、摘要：
振盪反應的波紋及顏色深淺隨時間有週期變化，本研究使用紫外光-可見光分光儀偵測溴酸鉀、硫酸、硫酸亞錳、丙二酸及亞鐵靈等反應物產生的振盪反應特性。本研究結果為： 1.以自製振盪偵測儀以探究振盪反應 2.確認自製振盪儀可靠性—以紫外光/可見光分光儀進行相同振盪反應求其週期變化及反應速率級數所求得之確認。3.振盪反應在寒天溶液裏呈現同心圓圖形。它沿模型形狀產生圖形、沿磁場方向產生圖形但不受器皿形狀影響。4.定性分析並確立出振盪各反應式。
二、探究題目與動機
在我們對於色彩與化學的好奇下，並對瞬時反應速率的變化十分的感興趣，在網路上的搜索後，找到了振盪實驗這個主題。在網路上觀看了許多的實驗，這個實驗主要是說在一個瓶子內，有透明的化學藥劑在瞬間產生了快速的顏色變化，變化顏色為藍黑與橙橘色，連綿不段的色彩變化、如此的對比色實驗，令我們這一組大開眼界，進而對這個實驗產生了濃厚的興趣。在大量的網路訊息中，我們觀察到這是一種碘離子與澱粉的顏色變化實驗，而碘和澱粉與生活息息相關，這個實驗接近生活，富含大量化學知識，並且顏色豐富華麗，之後老師提供的「以不同酸鹼度與溫度」來進行實驗，燃起了我們動手做實驗的興趣，進而嘗試這個主題。
三、探究目的與假設
一、學習振盪反映BZ反應、BR反應，並嘗試找出反應的最佳條件。本研究為測量振盪反應變化週期而自製一套振盪偵測儀，突破紫外光/可見光分光儀(簡稱UV/VIS儀)的限制。 二、以自製振盪偵測儀求得振盪反應的反應速率定律式並由阿瑞尼士方程式計算活化能。 三、以 UV/VIS 儀進行相同振盪反應由其週期變化及反應速率級數來確認自製振盪偵測儀的可靠性，並找出各種動力學模型計算振盪反應之活化能。 四、改變以下變因並偵測振盪周期、溶液的顏色變化及在培養皿產生的波紋形狀的改變： (一)瞭解不同催化劑在振盪反應中的影響，加入以下試劑並：亞鐵靈、亞甲藍、硫酸亞鐵銨、硫酸錳、甲醇、乙醇。 (二)改變各反應物的濃度：溴酸鉀、硫酸、硫酸亞錳、丙二酸及亞鐵靈。 (三)反應的溫度：溫度間隔攝氏 10 度，嘗試找出最佳反映溫度，溫度越高反應速率越快，但 BR 反應是攝氏 80 度後反應速率越慢。 (四)溶液的 pH 值：酸鹼度間隔 PH=1，嘗試找出最適化反應 PH 質。以超慢速攝影機記錄震盪反應之波紋，作為定量分析。 (五)將溶劑水改以寒天替代，觀察振盪反應在寒天溶液中的變化。 (六)盛裝反應容器的器皿對振盪反應波紋形狀的改變 五、並偵測震盪周期及溶液的顏色變化： 六、探究振盪反應的生成原因及化學反應式。
四、探究方法與驗證步驟

一、振盪反應溶液配製

(一)A 溶液: 40 ml 30% H₂O₂ +100 ml H₂O。

(二)B 溶液: 0.5 ml H₂SO₄ +100 ml H₂O+4.3g KIO₃。

(三)C 溶液: 0.1g 澱粉+500ml H₂O(加熱)+7.8 HOOCCH₂COOH+1.7 MnSO₄。

(四)20 ml B+15 ml C +10 ml A

(五)配製外加試劑溶液:

固體試藥:取固體試藥亞鐵靈、硫酸亞鐵銨、硫酸錳配製成飽和溶液。

液體試藥: 甲醇 CH₃OH、乙醇 C₂H₅OH、亞甲藍各 5、10、15、20、25mL。

(六)配製氧化還原指示劑溶液

二、振盪反應實驗

(一)在 100mL 燒杯內，加入 10mL 的 A 溶液和 20mL 的 B 溶液，之後以滴管吸取 2mL 的濃 H₂SO₄，將燒杯置於磁石加熱攪拌器上攪拌均勻，此時水溶液中生成橘黃色的溴分子 Br₂，並維持攪拌機轉速 400rpm、溶液溫度 45℃，加入 A 溶液 2-15ml（太多會產生大量氣體）。

(二)再以滴管取 15mL 的 C 溶液，加入燒杯內，溶液黃色漸漸變淡。

(三)待溶液回復澄清後，即為標準之 BZR 震盪反應溶液。

(四)觀察溶液變色。

三、以紫外-可見光譜 UV/VIS 儀來偵測振盪反應周期

(一)本研究所使用的 cuvette 樣品槽體積為 3.0ml，但為了避免直接將反應試劑溶液直接加入樣品槽後各試劑溶液難以均勻混合，造成實驗的誤差，故每次實驗皆在燒杯配製溶液，且總體積都維持 10.00 ml，在探究各試劑濃度對實驗結果的影響時，在總體不變的情況下，只要調整各試劑的體積即改變該試劑的濃度。

(二)一次只改變 1 個反應物的加入體積(單位:ml)，剩餘反應物的濃度均保持不變(控制變因)

1.改變 KBrO₃ (ml)

試劑體積 實驗次數	H ₂ O	KBrO ₃	NaBr	H ⁺	MA
實驗 1	0.00	6.00	2.00	1.00	1.00
實驗 2	1.00	5.00	2.00	1.00	1.00
實驗 3	2.00	4.00	2.00	1.00	1.00
實驗 4	3.00	3.00	2.00	1.00	1.00
實驗 5	4.00	2.00	2.00	1.00	1.00
實驗 6	5.00	1.00	2.00	1.00	1.00

2. 改變 NaBr (ml)

試劑體積 實驗次數	H ₂ O	KBrO ₃	NaBr	H ⁺	MA
實驗 1	4.50	3.00	0.50	1.00	1.00
實驗 2	4.00	3.00	1.00	1.00	1.00
實驗 3	3.50	3.00	1.50	1.00	1.00
實驗 4	3.00	3.00	2.00	1.00	1.00
實驗 5	2.50	3.00	2.50	1.00	1.00
實驗 6	2.00	3.00	3.00	1.00	1.00

3. 改變 H₂SO₄ (ml)

試劑體積 實驗次數	H ₂ O	KBrO ₃	NaBr	H ⁺	MA
實驗 1	3.00	4.00	2.00	0.00	1.00
實驗 2	2.50	4.00	2.00	0.50	1.00
實驗 3	2.00	4.00	2.00	1.00	1.00
實驗 4	1.50	4.00	2.00	1.50	1.00
實驗 5	1.00	4.00	2.00	2.00	1.00
實驗 6	0.50	4.00	2.00	2.50	1.00

4. 改變丙二酸 MA (ml)

試劑體積 實驗次數	H ₂ O	KBrO ₃	NaBr	H ⁺	MA
實驗 1	2.50	4.00	2.00	1.00	0.50
實驗 2	2.00	4.00	2.00	1.00	1.00
實驗 3	1.50	4.00	2.00	1.00	1.50
實驗 4	1.00	4.00	2.00	1.00	2.00
實驗 5	0.50	4.00	2.00	1.00	2.50
實驗 6	0.00	4.00	2.00	1.00	3.00

四、改變反應的溫度

在 100mL 燒杯內，加入 10mL 的 A 溶液和 3mL 的 B 溶液，之後以滴管吸取 2mL 的濃 H₂SO₄ 加入燒杯內，最後加入 3mL 的 C 溶液，將燒杯置於磁石加熱攪拌器上攪拌均勻，並維持攪拌機轉速 400rpm，溶液溫度各別設定為 25°C、35°C、45°C、55°C、65°C、75°C，以滴管吸取 2mL 的混合溶液加入 cuvette 樣品槽，並上機偵測吸收度，由吸收度-時間圖推定振盪反應周期。

	KBrO ₃	NaBr	H ⁺	MA
試劑體積為定值	10ml	3ml	2ml	3ml
改變反應溶液溫度				

五、改變溶液的 pH 值。

(一) 1M HCl 的配製:

取市售 37% 濃鹽酸 1L (密度為 1.19) 加入容量瓶，加水至 1L 刻度線處並混合均勻。

(二)1M NOH 的配製

- 1.用電子天平精稱氫氧化鈉固體 40.01g，置於小燒杯中。
- 2.將稱好氫氧化鈉固體放入燒杯中加少量蒸餾水將其溶解，待溶解完全溶液冷卻後，將溶液沿玻璃棒移入 1L 的容量瓶中。
- 3.用少量蒸餾水沖洗 2~3 次，將沖洗液移入容量瓶中，輕搖動容量瓶使溶液混合均勻。
- 4.向容量瓶內加水至刻度線以下 1cm~2cm 時，改用膠頭滴管小心加水至溶液凹液面與刻度線相切
- 5.最後蓋好瓶蓋反復顛倒，使溶液均勻混合，將配好的溶液移入試劑瓶中並貼好標籤。

(三)調配不同酸鹼度的溶液

在 100mL 燒杯內，加入 10mL 的 A 溶液和 3mL 的 B 溶液，之後以滴管吸取 2mL 的濃 H_2SO_4 加入燒杯內，最後加入 3mL 的 C 溶液，將燒杯置於磁石加熱攪拌器上攪拌均勻，並維持攪拌機轉速 400rpm，溶液溫度各別設定為 45°C，以滴管吸取 2mL 的混合溶液加入 cuvette 樣品槽，並上機偵測吸收度，由吸收度-時間圖推定振盪反應周期。

六、比較水溶液和寒天溶液的不同

(一)調配不同濃度的寒天溶液

首先在 1000 毫升的大燒杯中加入 800 毫升的水，加熱後加入 5 公克的寒天粉，冷卻後過濾製成重量濃度約 0.62%的寒天溶液(較淡)，接著拿另一個燒杯加入 200 毫升的水，加熱後加入 2.5 公克的寒天粉，冷卻後過濾製成重量濃度 1.23%的寒天溶液(較濃)

(二)使用寒天溶液調配藥劑並進行實驗

將融業的溶劑改為寒天溶液，其餘不便。

五、結論與生活應用

一、振盪反應溶液顏色外觀

		
A.反應初期黃色	B.黃色與藍色的過度	C.變藍色

二、澱粉太多：

觀察時眼色比較深，觀察不太明顯，肉眼能辨認出的變色只有 3 次

次數	秒數
1 (變黃)	11.93
(變藍)	16.28
2 (變黃)	03.36
(變藍)	16.11
3 (變黃)	4.23
(變藍)	x

三、澱粉太少：

一開始顏色可清楚用肉眼觀看，之後反應開始接近於平衡，用肉眼難以觀察顏色變化

次數	秒數
1 (變黃)	19.85
(變藍)	07.81
2 (變黃)	06.66
(變藍)	07.70
3 (變黃)	09.29
(變藍)	03.43
4 (變黃)	11.28
(變藍)	04.96
5 (變黃)	07.11

四、溫度變因 (硫酸均為 2ml)

溫度 (°c)	時間 (秒)
25	0.23.91
30	0.15.64
35	0.13.48
40	0.22.33
45	0.23.78
50	0.30.02
55	0.14.58

五、硫酸劑量變因 (溫度為室溫)

硫酸 (ml)	時間 (秒)
1	1.56.15
2	1.36.53
3	1.13.57
4	0.59.23
5	0.46.93
6	0.36.25
7	0.30.62

六、澱粉變因

(一)少於 1g：難以產生藍色

(二)1g：最佳配方

(三)多於 3g：澱粉過多使溶液呈現藍色

七、不加澱粉無法變色：因為內部的碘分子與澱粉發生反應，產生淡藍色

八、鹼性無法變色

(一)經由實驗結果與查詢相關資料後得知：酸性化物為催化劑（如：硫酸、鹽酸等），因此鹼性化物無法達到催化的效果

(二)因為澱粉酶作用 pH 值範圍 5.5~7.0，因此當硫酸的量到達一定的臨界值（6ml 以後）後，反應速率則會變慢

九、70 和 80 度無法變色

(一)澱粉中的酵素再加熱後失去了原本的作用（最適宜作用溫度為 60~70°C）

(二)澱粉對反應的影響，並找出最完美的澱粉比例

(三)實驗中產生的氣泡成分為何

十、寒天溶液的濃度可影響反應速率

(一)較淡的寒天溶液反應一次的時間約為 14 秒，水溶液一次的反應時間約為 20 秒，較濃的寒天溶液反應一次的時間約為 25 秒，由此可見寒天溶液的濃度可以影響反應速率，但寒天溶液的反應速率不一定比水溶液更快或更慢

	
水溶液/寒天溶液(濃)	水溶液/寒天溶液(淡)

(溶液一開始是黃色，之後才變成藍色)

結論：

一、澱粉：

(一)太多（C 溶液澱粉 0.2g 有加糊精）：一開始明顯顏色變化，之後顏色變深變得不明顯

(二)太少（C 溶液澱粉 0.1g 沒加糊精）：顏色變化在橙色與淡藍色之間變化

(三)無：黃色無色之間進行變化

(四)反應方程式： $\text{IO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O}_2 + \text{CH}_2(\text{COOH})_2 + \text{H}^+ \rightarrow \text{ICH}(\text{COOH})_2 + 2\text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

二、酸鹼值：在酸性的情況下能夠反應，鹼性則不能，且硫酸越多反應速度越快

三、溫度：溫度越高反應速度越快，但到了 70 度後無法反應

四、寒天溶液：依照濃度的不同反應速率也會有所不同，越濃越慢，越淡則越快

參考資料

一、<http://scigame.ntcu.edu.tw/chemistry/chemistry-013.html>

二、<http://beothukbio.blogspot.com/2015/03/blog-post.html>