

2024 年【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：旋轉之力-漩渦在自然與科技中的應用

一、摘要

夏季即將來臨，在溪邊戲水清涼消暑，但每年都有因漩渦而溺水的憾事發生。漩渦是如何產生的，漩渦的力量有多強，漩渦能把人拖到水底嗎？我們把強力磁鐵黏在小風扇上(此磁鐵固定不動)，寶特瓶裝水後放入另一個強力磁鐵(攪拌子)，再固定在風扇上方，風扇旋轉的磁力變化，使攪拌子旋轉，帶動水流產生漩渦。

本實驗探究：(一)固定水量時，是否能使不同寶特瓶產生延伸至水底的漩渦(簡稱完整漩渦)，並且測量其產生漩渦的時間。(二)在不同寶特瓶產生完整漩渦的最大水量。

實驗結果為：(一)當水量為 150ml 時，瓶身越窄者，產生完整漩渦的時間越長。水量為 200ml 時，瓶身較窄的寶特瓶，不能產生完整漩渦。水量為 250ml 時，所有寶特瓶都不能產生完整漩渦。(二)瓶身越寬者，能產生完整漩渦的水量越大。

本實驗推論同樣的擾動力量，在不同水量和水深的條件下，能產生的漩渦均不相同。水量越多，漩渦的深度就越淺。越大的寶特瓶產生產生的漩渦深度也越淺。實驗原想以力度計測量漩渦的力量，但力量太小難以測量，本實驗仍有許多不足之處，日後若有機會應會再繼續改良並自製器材，以更精準地控制變因。

二、探究題目與動機

我們從 youtube 影片中看到搖晃裝水的寶特瓶就可以產生漩渦，覺得很有趣，想瞭解如何製造更穩定的漩渦。並且探討在同樣的外力下，會讓不同寶特瓶、不同水量的水產生的漩渦有何差異，還想進一步探討漩渦的拉力如何。

三、探究目的與假設

- 1、固定外力與水量，探討不同寶特瓶產生完整漩渦的時間。
- 2、固定外力，探討不同寶特瓶能產生完整漩渦的最大水量。

四、探究方法與驗證步驟

(一)實驗器材及架構

- 1、準備不同的寶特瓶，並切開底部，以方便裝水和觀察漩渦，如圖(一)。而寶特瓶的規格如下表(一)。

表(一)			
編號	直徑(cm)	高度(cm)	容積(ml)
1	5.40	17.50	330
2	6.00	18.00	400
3	6.00	20.30	450
4	6.60	22.40	600
5	6.90	24.10	750
6	7.40	28.60	1000
7	8.00	27.50	1250

備註：依瓶身直徑由大到小編號



圖(一)

2、拆開小電扇，在扇葉上黏上強力磁鐵 A，如圖(二)。並在風扇外放一個壓克力盒，以讓寶特瓶能固定在壓克力盒上。壓克力盒上預先固定一個直尺，用來觀察漩渦的深度，如圖(三)。

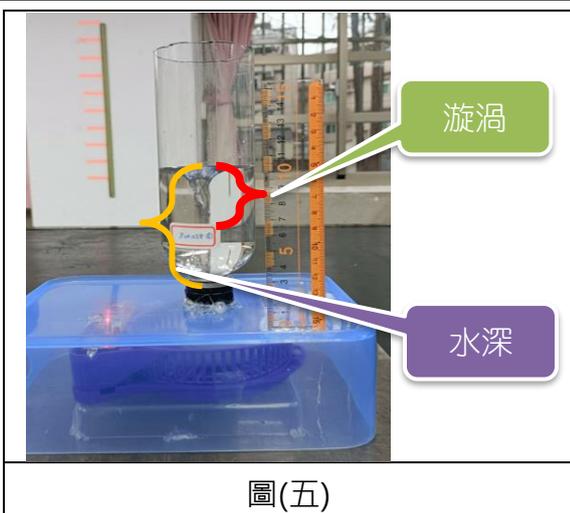


圖(二)

圖(三)

圖(四)

- 3、水瓶裝好水後，放入另一個強力磁鐵 B(大小要略小於瓶蓋)，當成攪拌子，如圖(四)。把水瓶固定在壓克力盒上後，啟動電扇。扇葉上的磁鐵 A 因不斷旋轉，使水瓶內的磁鐵 B 受到吸引而跟隨著旋轉，因而使水流被擾動而產生漩渦，如圖(五)。
- 4、啟動電扇後，利用碼表紀錄產生延續到瓶蓋底部漩渦(簡稱完整漩渦)所花的時間。若產生的漩渦無法延續到底部，則不記錄時間。
- 5、改變水量為 150ml、200ml、250ml，紀錄每個水瓶產生完整漩渦的時間，每種狀況都測量十次，再取平均值。
- 6、以滴管和電子秤輔助，測量使每種寶特瓶產生完整漩渦的最大水量。



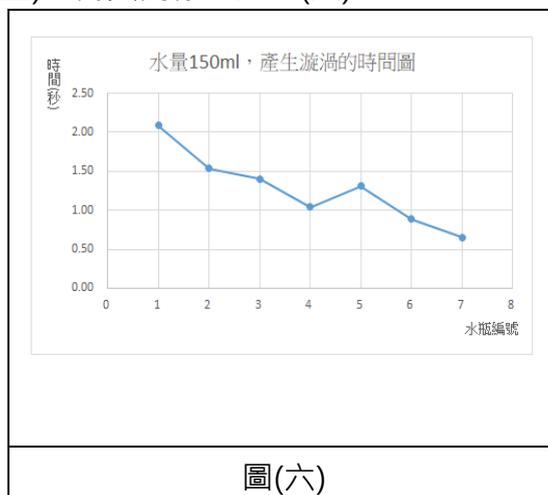
圖(五)

(二)實驗結果

1、改變水量，產生完整漩渦所需時間：

(1) 水量為 150ml，其水深與產生漩渦的時間如表(二)，而其關係圖如圖(六)。

水瓶編號	倒放後的水深(cm)	時間(秒)
1	10.00	2.09
2	8.00	1.54
3	8.00	1.40
4	7.50	1.04
5	8.00	1.31
6	6.50	0.89
7	6.00	0.65

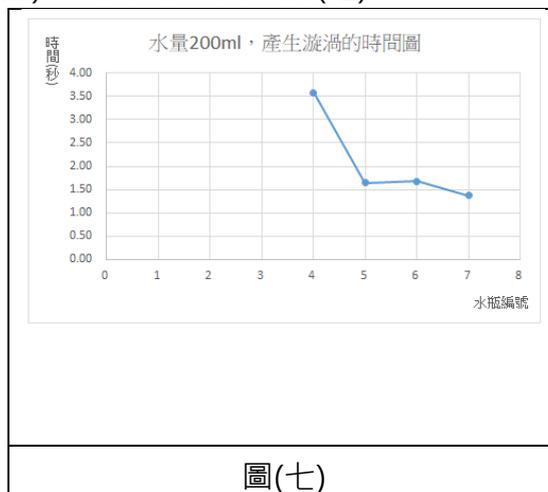


圖(六)

因本實驗測量的是產生完整漩渦需的時間(也就是漩渦深度=水深)，當水量相同時，瓶身越窄，水深則越深，所需時間自然也就越多。

(2) 水量為 200ml，其水深與產生漩渦的時間如表(三)，而其關係圖如圖(七)。

水瓶編號	倒放後的水深(cm)	時間(秒)
1	11.50	無法產生 延伸到底 部的漩渦
2	10.00	
3	10.00	
4	9.00	3.58
5	9.00	1.64
6	8.00	1.68
7	7.50	1.37



圖(七)

當水量較多時，相同寶特瓶的水深變深，要產生完整漩渦所花的時間也會更久。在水量 200ml 時，若不改變擾動水流的動力(也就是風扇的轉速以及磁鐵的吸力)，則最多能產生的漩渦只能延伸到 9cm 深，而所需的時間幾乎 150ml 水量的兩倍。

- (3) 當水量為 250ml 時，所有的寶特瓶都不能產生完整的漩渦，而其倒放後的水深和漩渦深度如下表(四)。也就是在較多水量時，瓶身直徑越小者，所能產生的漩渦深度越大，而七種寶特瓶的直徑介於 5.4cm~8cm，漩渦深度則介於 8cm~6 公分，沒有很顯著的差異。

水瓶編號	倒放後的水深(cm)	產生的漩渦深度
1	13.00	8
2	11.50	6
3	11.50	6
4	10.50	7
5	11.00	7
6	9.00	7
7	8.00	7.5

- (4) 我們之所於選擇這三種水量是因為水若太少，則水深太淺，而當水量已加到 250ml 時，所有寶特瓶已經無法產生完整漩渦，所以沒有再增加水量。我們的寶特瓶為市面販售的現成品，無法量身訂做各種尺寸，因此在控制變因上還有許多不足之處。而漩渦除了深度外，也有寬度的差異，但因瓶身不夠寬，多個寶特瓶的漩渦寬度都直接蔓延到瓶壁，實際上能產生多寬的漩渦，我們限於器材就無法測量。

2、不同寶特瓶能產生完整漩渦的最大水量：

我們在寶特瓶中緩慢加水，看能產生多深的漩渦，其資料如下表(五)。

水瓶編號	能產生完整漩渦的最大水量(ml)	漩渦深度(cm)
1	185.00	8.1
2	211.30	7.5
3	223.50	7.9
4	243.30	7.1
5	212.40	5.7
6	274.90	6.4
7	363.80	7.2

在不同水量測量產生完整漩渦的時間時，雖然我們已經測量十次並取平均值，但是漩渦的產生仍然很不穩定，有時攪拌子(強力磁鐵 B)會與瓶蓋撞擊摩擦而損失擾動的能量，而若能產生完整漩渦所需的時間都很短，在以人工按碼表的操作上也會有誤差。因此在測量能產生完整漩渦的最大水量時，編號 2、3 的寶特瓶在超過 200ml 的水量時，仍可以產生完整的漩渦，而編號 6、7 的寶特瓶在超過 250ml 的水量時，也可以產生完整漩渦，此與前述的實驗結果互相矛盾。在這個實驗中我們是慢慢加入水，可能實驗數據的誤差會小一點，但仍然有前述摩擦力的誤差因素。

五、結論與生活應用

(一)我們在不同水量時，測試若有擾動的力量，多久會產生漩渦，並且漩渦可以延伸的深度有多深。我們強力磁鐵的吸力可以使漩渦快速的產生，而瓶身較寬者(對應到水面面積較大的地方)，漩渦延伸至水底的時間較短。而瓶身較窄者(對應到水面面積較小的地方)，雖然產生到水底的漩渦時間較長，但漩渦的深度也較深。在戶外戲水時，水體面積大和水體面積小，是否會使漩渦的型態有所不同，也可以再深入研究。

(二)我們原先實驗還想使用力度計，測量漩渦產生時，能夠產生往下拉扯的力量有多大。但也許是我們擾動的力量太小，因此雖然漩渦可以把綁在力度計上的浮球往下拉，但卻不足以測出數值，我們固定了強力磁鐵 A、B，固定了擾動的力量，但沒有測量磁鐵 B 因磁鐵 A 隨風扇旋轉，而跟著旋轉的轉速到達多少，也沒有改變磁鐵的吸力，這也許是未來我們可以再探究的方向。

參考資料

- 1、網路影片。怎樣用小風扇製作水龍捲 HOW TO MAKE TWISTER WITH A FAN。取自 <https://www.youtube.com/watch?v=o9wH0AXKcHw>。
- 2、網路影片。【中視新聞】玩科學!寶特瓶 DIY 水龍捲 探索颱風原理 20150121。取自 https://www.youtube.com/watch?v=BSUPany6jAE_。
- 3、平震傑、左伊心。神祕的拉扯—漩渦與漩渦現象的探討(2008)。中華民國第48屆中小學科學展覽會作品。取自 <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/48/high/031726.pdf>。