

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國中組 生物及地球科學科

031725

雙瞳-藤原效應的觀察和模擬

學校名稱：臺北縣立三民高級中學

作者： 國二 許琇惠 國二 黃逸暘 國二 葉家豪 國二 吳念庭	指導老師： 黃奇飛 莊尚榮
---	---------------------

關鍵詞：藤原效應 科氏力 水漩渦

## 作品名稱: 雙瞳-藤原效應現象的模擬和觀察

### 摘要:

台灣夏秋兩季常有颱風侵襲，甚至有雙颱同時影響的歷史紀錄，對於雙颱的產生和本身的交互作用，一直是引人注意的話題。本實驗的目的為利用自然界的重力和科氏力所產生穩定的兩個水漩渦，模擬兩個颱風的交互作用，並利用紅墨水來增加觀察的便利性，探索藤原效應的理論。

由於器材的簡易特性，所以隨時都可操作，讓我們體會到複雜的原理可用簡單的器材進行了解。對於實驗所得結論，除了和理論吻合之外，當中有關水位高低和漩渦形成關係，孔徑大小變化對兩漩渦之間的拉扯，牽引，結合的影響，更可以進一步深究。

### 壹、研究動機:

2006年9月在看氣象報告時，播報員說台灣附近發生了三個颱風，可能會引起藤原效應，而使颱風的威力增強，看到這個報導後，突然間對藤原效應這個名詞感到興趣，所以上網查了相關資料；兩個颱風靠近到一段距離後就會破壞彼此結構形成一個兩帶或是合成一個更強的颱風，就稱為藤原效應，而颱風是發源於熱帶海洋的低氣壓，其中心的氣流是上升的，而周圍的氣流是呈逆時鐘方向向內流入。至於為什麼會呈逆時鐘向內流入而形成漩渦狀？原來是因為科氏力所造成的結果，什麼是科氏力？科氏力是指北半球運動的物體受到地球自轉的影響而向右偏，本來向中心流入空氣再受到向右偏的力量牽引使得空氣呈逆時鐘方向向內流入而使得颱風的中心呈現颱風眼的現象。

科氏力的影響除了颱風會形成颱風眼外，亦會對其他運動的物體造成影響，例如在洗完澡後把蓋子拔去時，水亦會呈逆時鐘方向向內流入而造成水漩渦。看到以上這些資料後我突然靈機一動，如果用水來模擬空氣來看藤原效應，是否可以很清楚的了解藤原效應，所以我們幾個同學就去請教老師，是否可以以水流來模擬空氣，以水漩渦模擬颱風？根據老師的說法其實這個想法是可行的只是其中有許多的異同之處：

1. 空氣是經常流動的，而靜止的水是否一樣會流動。根據布朗運動的說法靜止的水其內的水分子一樣是流動的，所以以水模擬空氣其實是可以的，其中的差別只在於水的黏滯係數比較大，而空氣的黏滯係數比較小，另外，大氣和液體壓力的內部狀況也頗類似。
2. 颱風的中心氣流是上升的，周圍空氣是呈逆時鐘方向向內流入，而水漩渦的中心水流是下降的，周圍水流也是呈逆時鐘方向向內流入，既然是考慮藤原效應的影響，所以垂直方向的流動其實並不重要，而周圍水平方向受離心力(科氏力)影響的氣流才是考慮重點，所以以水漩渦模擬颱風其實亦

可行。

貳、研究目的：用兩個水漩渦來模擬颱風，觀察水漩渦水分子流動的情形。

參、研究設備及器材：

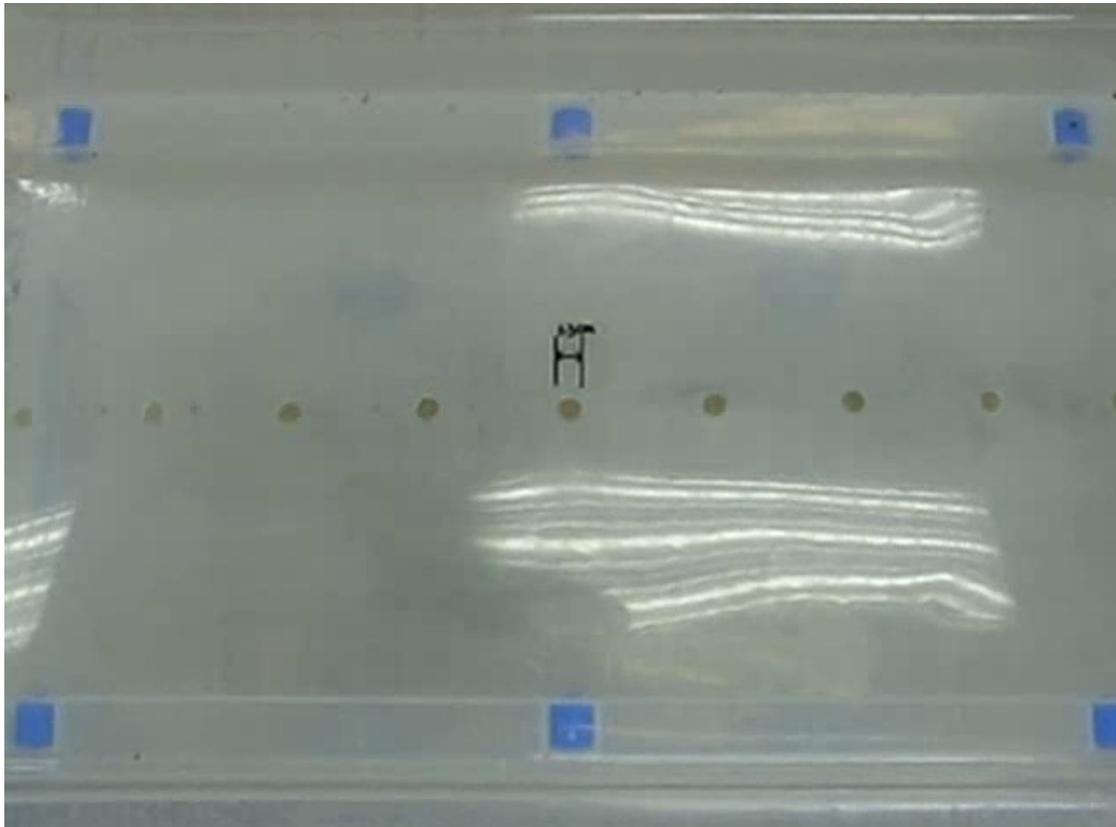
- |           |         |        |
|-----------|---------|--------|
| 1.四個長方體箱子 | 2.水管    | 3.鑽孔設備 |
| 4.油性筆     | 5.長尺    | 6.膠帶   |
| 7.去漬油     | 8.紅色打印水 | 9.數位相機 |
| 10.滴管     | 11.隔板   |        |

肆、研究過程或方法：

一.水漩渦的製作

- 1.找一個長方體容器，長：84.5cm 寬：45.5cm 高：16cm，在其底座中央處挖一個直徑 1.3cm 的小洞。如下圖(一)
- 2.小洞貼上膠帶，桶子裝水約 9.5 cm 高，把膠帶撕掉並滴上紅色打印水觀察水漩渦的形成。
- 3.水漩渦形成時，觀察水分子的流動情形，測量水漩渦形成時，大約離底面幾公分處？

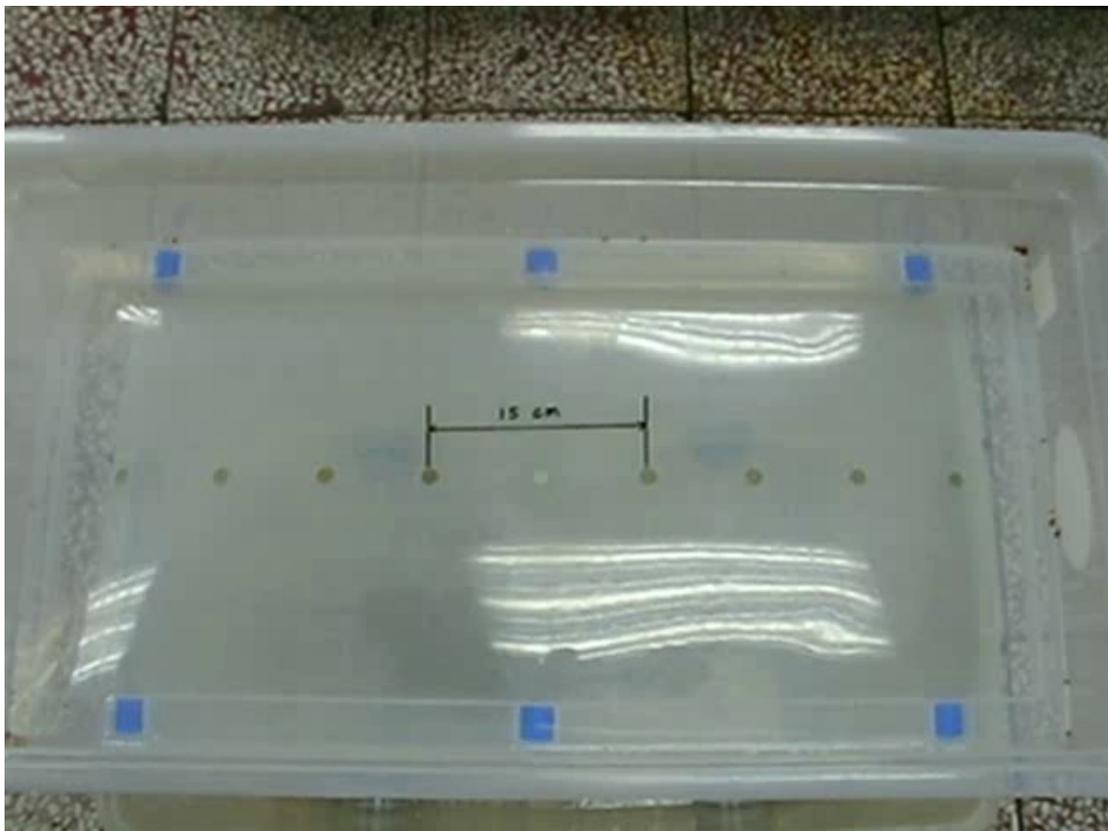
圖(一)：



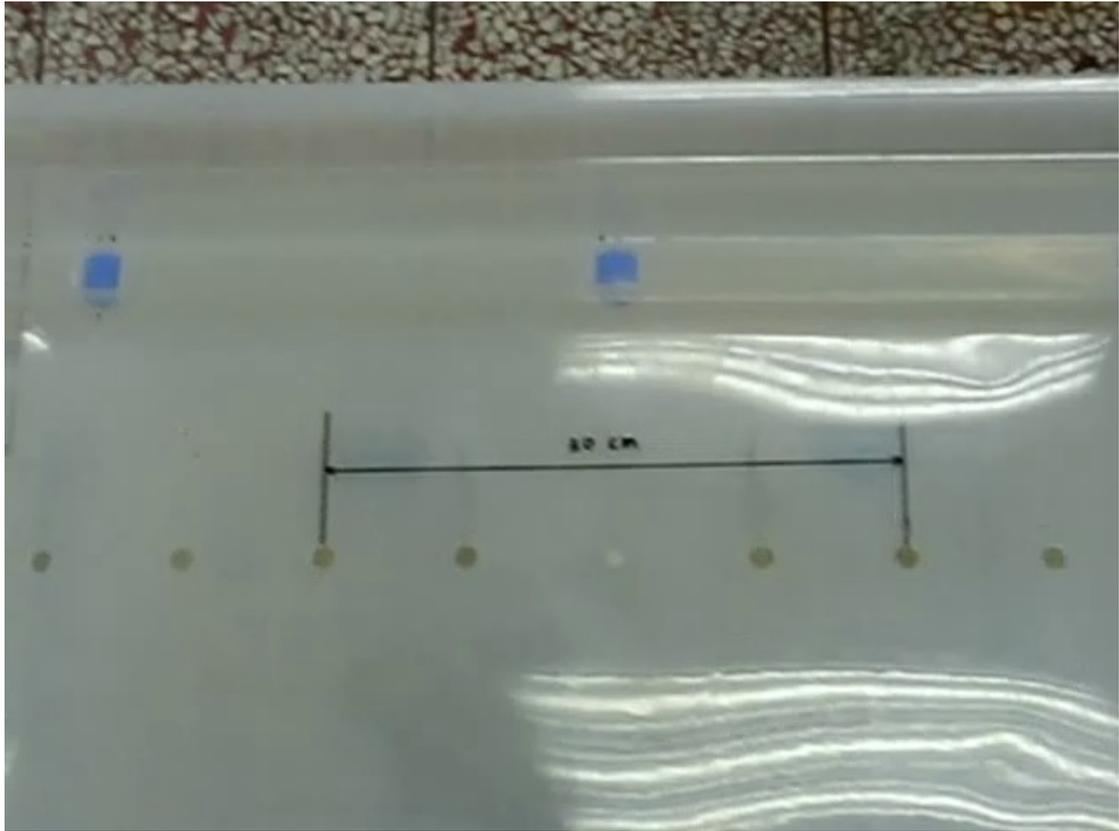
## 二.兩個水漩渦的製作

1. 找一個方形容器長 84.5cm. 寬 45.5cm. 高 16cm，在長方體容器的底部處挖八個直徑 1.3cm 的小洞，使二個小洞相距 15cm，30cm 和 60cm。如下圖(二)圖(二)，圖(三)，圖(四)

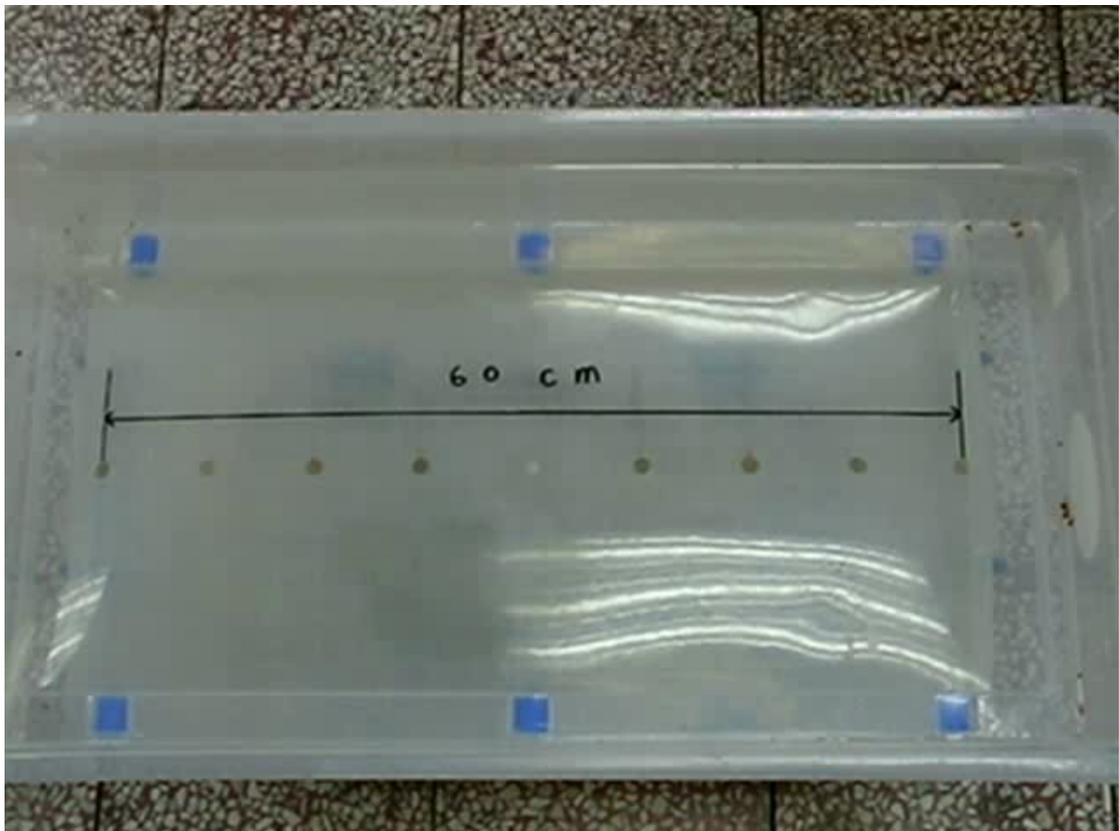
圖(二):



圖(三):



圖(四):



2. 把每個小洞都貼上膠帶，裝水裝到 9.5cm 高。

3. 把相距 15cm 兩小洞的膠帶撕去後滴上紅色打印水觀察漩渦的形成情形，測量水漩渦形成時，大約是底面幾 cm 高處？
4. 觀察形成兩個水漩渦水分子的流動情形。
5. 把每個小洞都貼上膠帶，裝水裝到 9.5cm 高。
6. 把相距 30cm 兩小洞的膠帶撕去後滴上紅色打印水觀察漩渦的形成情形，測量水漩渦形成時，大約是底面幾 cm 高處？
7. 觀察形成兩個水漩渦水分子的流動情形。

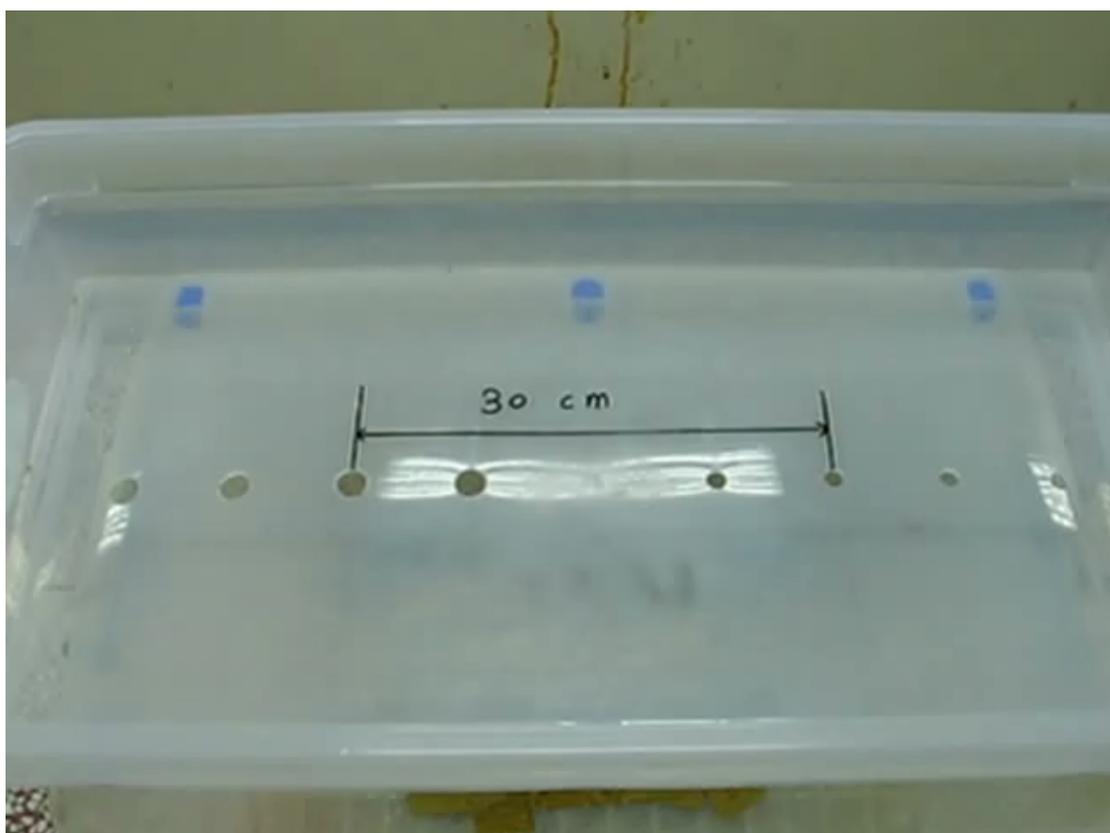
### 三. 一大一小兩個水漩渦的製作

1. 找一個方形容器長 84.5cm. 寬 45.5cm. 高 16cm，在長方體容器的底部處挖四個直徑 1.3cm 的小洞，另一邊挖四個直徑 2.0cm 的小洞，使二個小洞相距 15cm，30cm 和 60cm。如下圖(五)，圖(六)，圖(七)

圖(五):



圖(六):



圖(七):

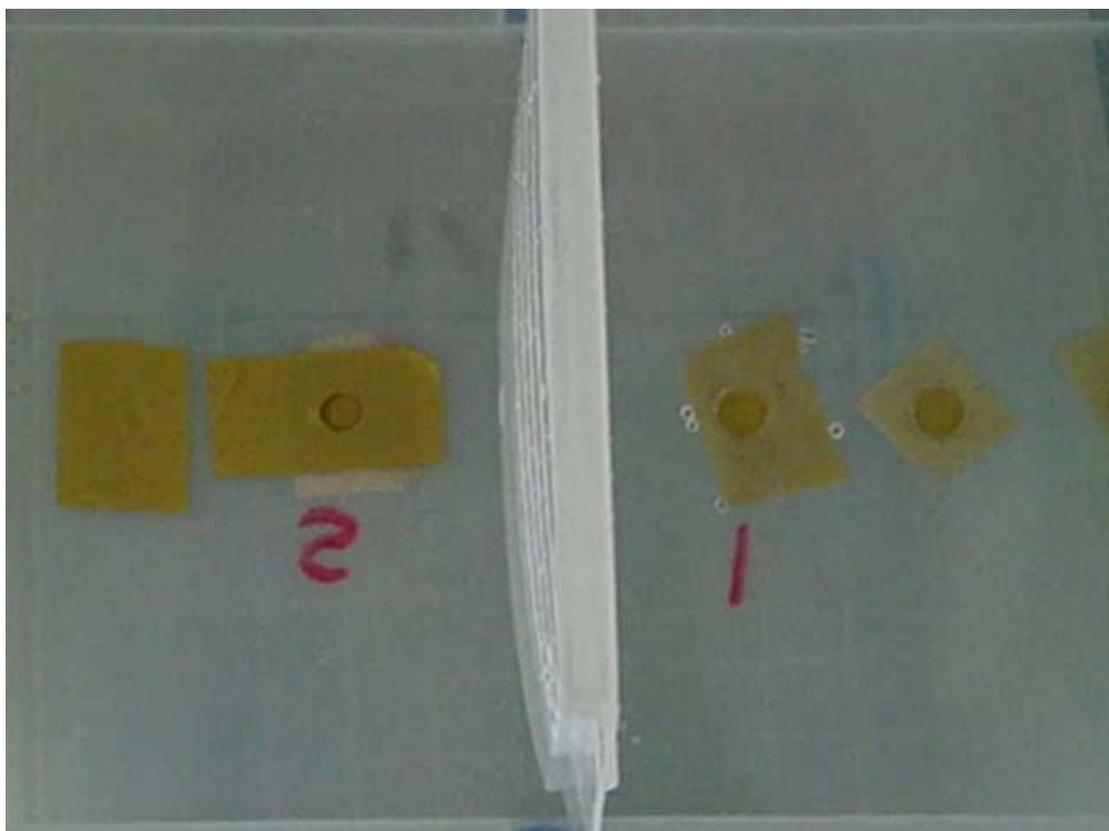


2. 把每個小洞都貼上膠帶，裝水裝到 9.5cm 高。
3. 把相距 15cm 兩小洞的膠帶撕去後滴上紅色打印水觀察漩渦的形成情形，測量水漩渦形成時，大約是底面幾 cm 高處？
4. 觀察形成兩個水漩渦水分子的流動情形。
5. 把每個小洞都貼上膠帶，裝水裝到 9.5cm 高。
6. 把相距 30cm 兩小洞的膠帶撕去後滴上紅色打印水觀察漩渦的形成情形，測量水漩渦形成時，大約是底面幾 cm 高處？
7. 觀察形成兩個水漩渦水分子的流動情形。
8. 把每個小洞都貼上膠帶，裝水裝到 9.5cm 高。
9. 把相距 60cm 兩小洞的膠帶撕去後滴上紅色打印水觀察漩渦的形成情形，測量水漩渦形成時，大約是底面幾 cm 高處？
10. 觀察形成兩個水漩渦水分子的流動情形。

#### 四. 兩個中間有隔板分開時水漩渦的製作

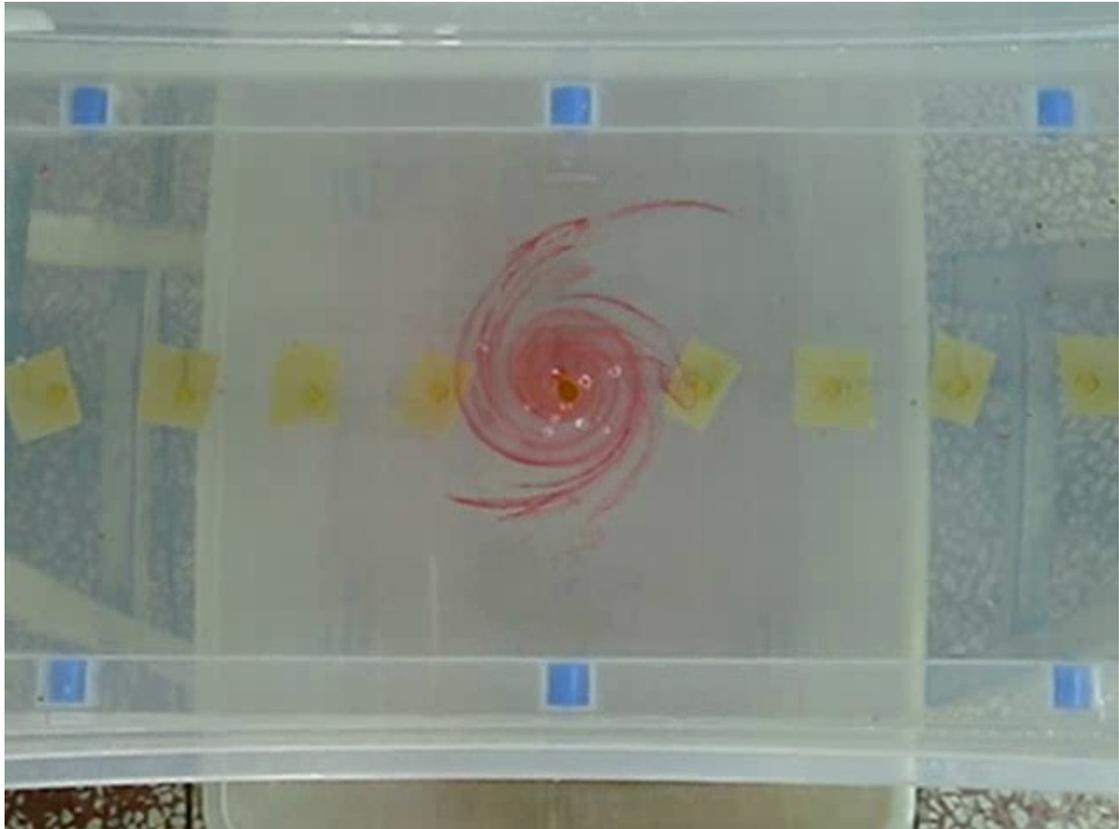
1. 找一個方形容器長 84.5cm. 寬 45.5cm. 高 16cm，在長方體容器的底部處挖八個直徑 1.3cm 的小洞，使二個小洞相距 15cm，30cm 和 60cm
2. 把每個小洞都貼上膠帶，裝水裝到 9.5cm 高。
3. 在容器中間加入寬 45.5cm 長 40cm 的隔板。如下圖(八)
4. 把相距 15cm 兩小洞的膠帶撕去後滴上紅色打印水觀察漩渦的形成情形。
5. 在隔板兩邊加以擾動，當隔板兩邊水漩渦均成逆時針轉動時，拿開隔板觀察兩個水漩渦水分子的流動情形。

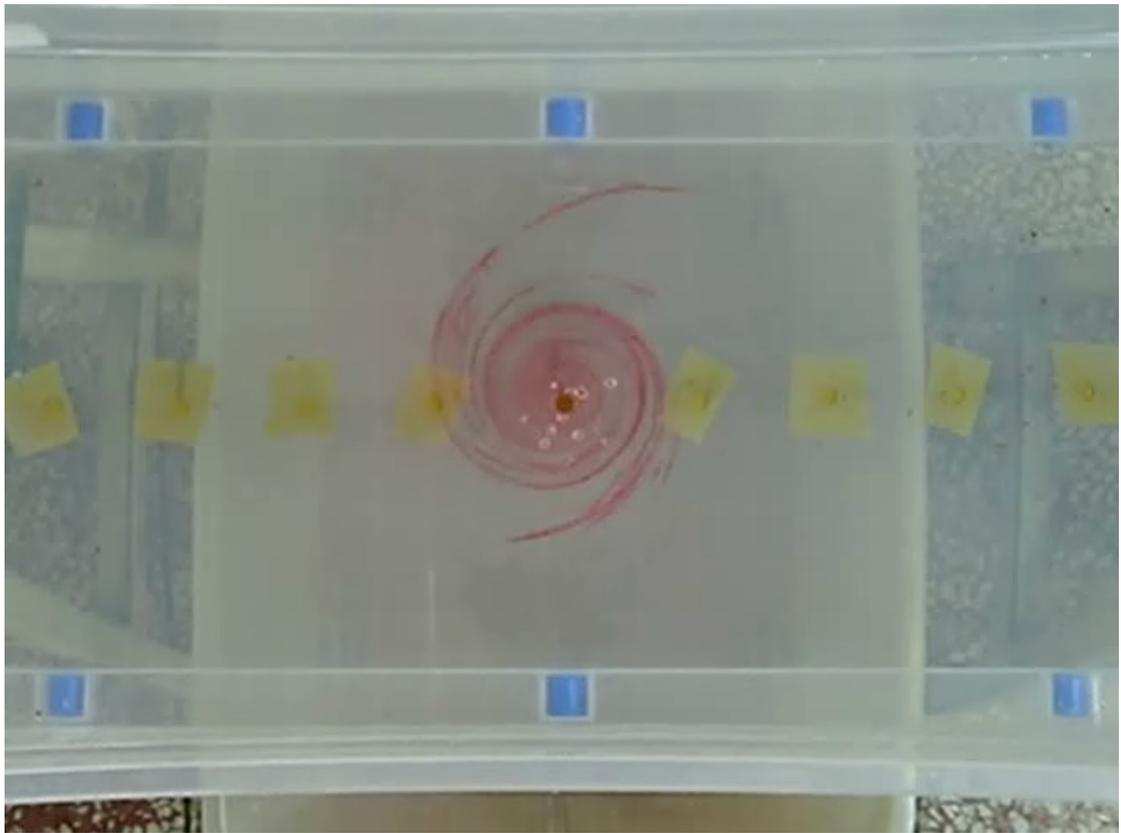
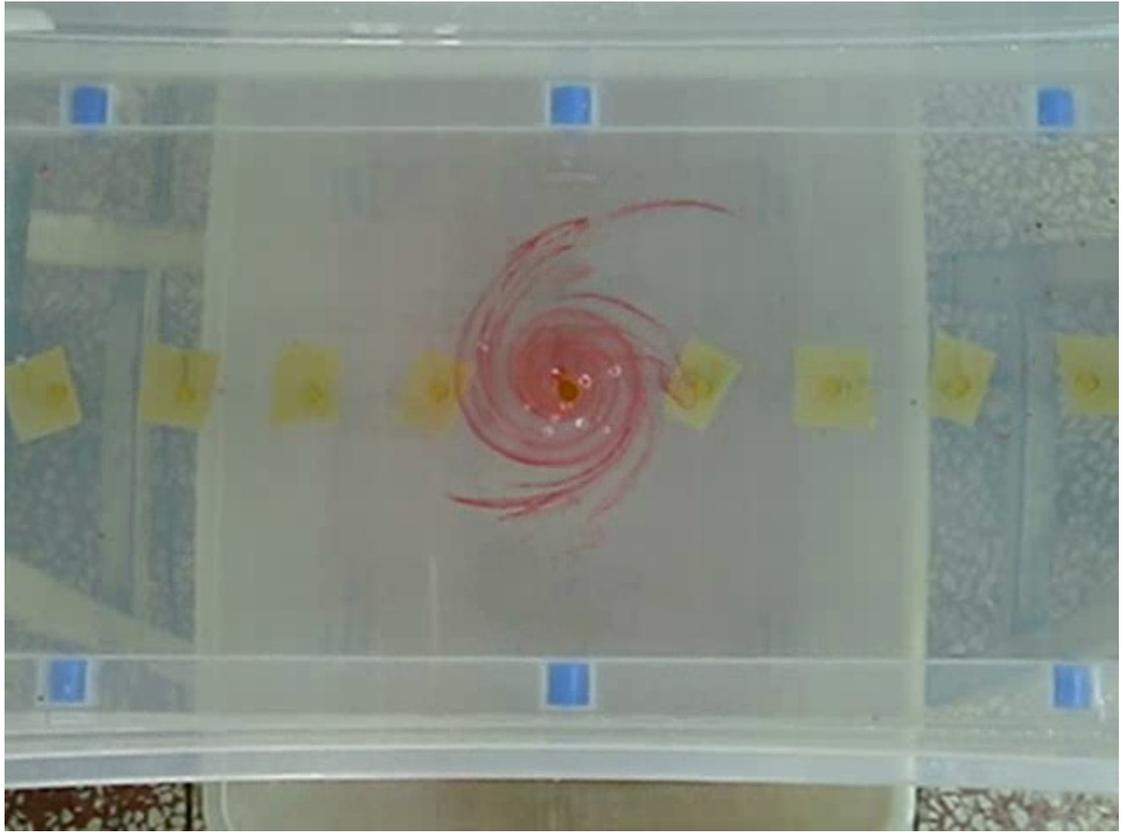
圖(八):



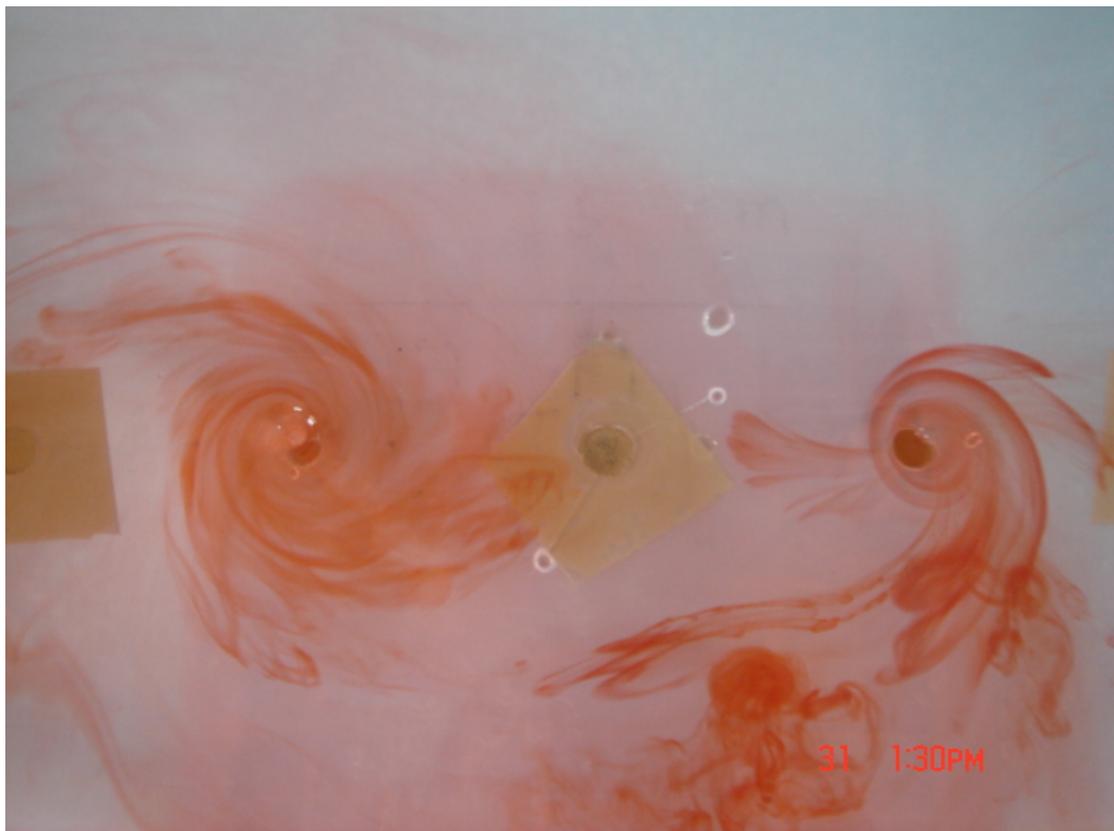
## 伍、研究結果:

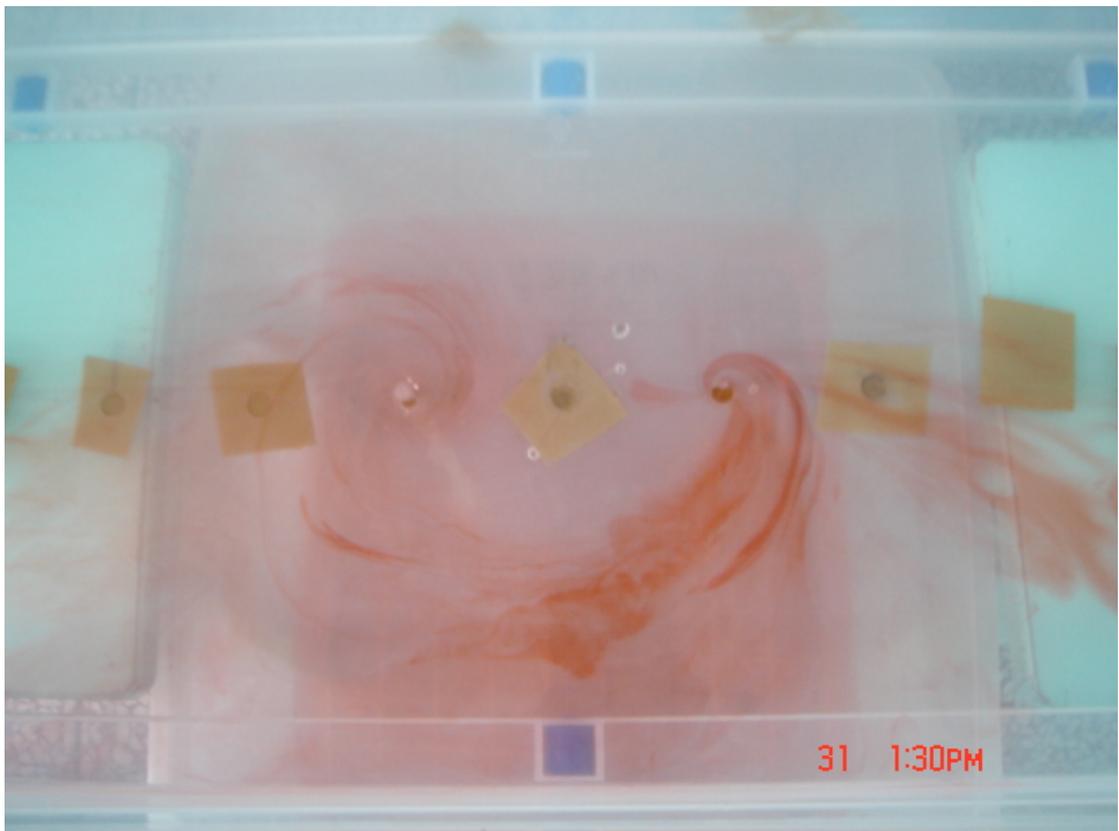
一.一個水漩渦形成時,水分子的流動的連續圖。水漩渦形成時離底面 7.5cm





二.兩個水漩渦相距 15cm 時，水分子的流動連續圖。水漩渦形成時離底面 6.3cm





另一個容器兩個水漩渦相距 15cm 時，水分子的流動連續圖





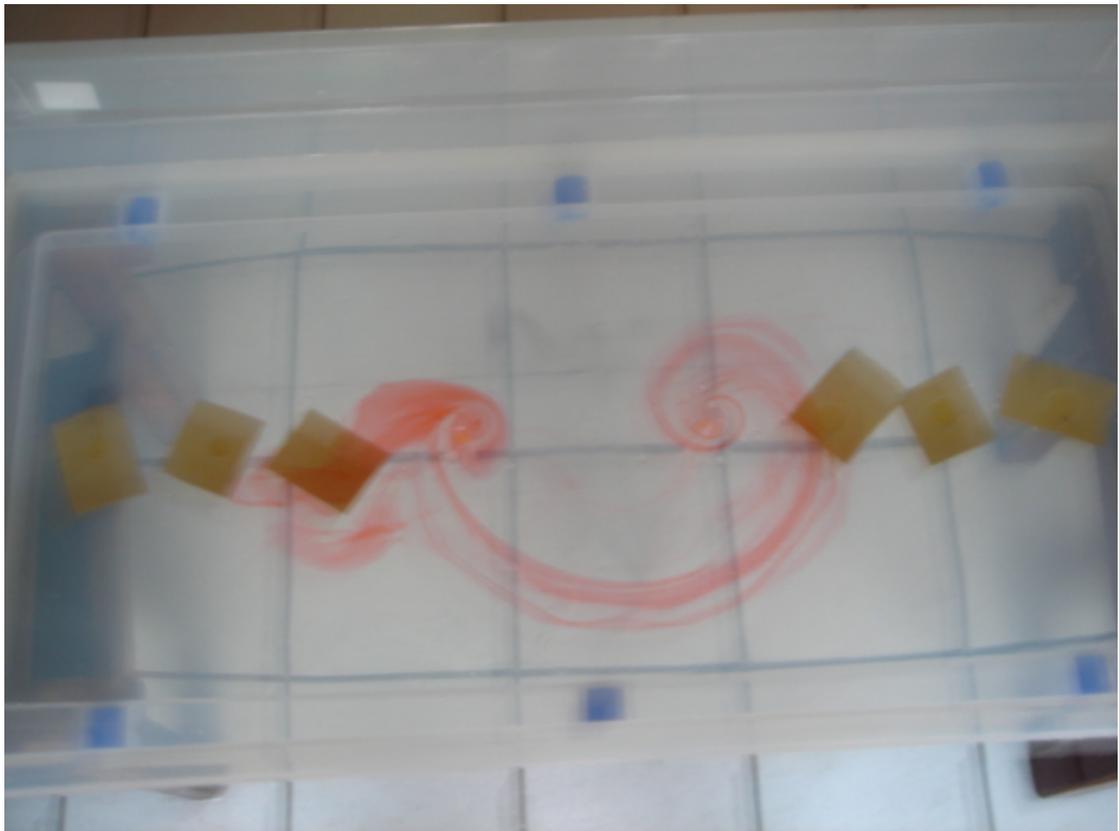
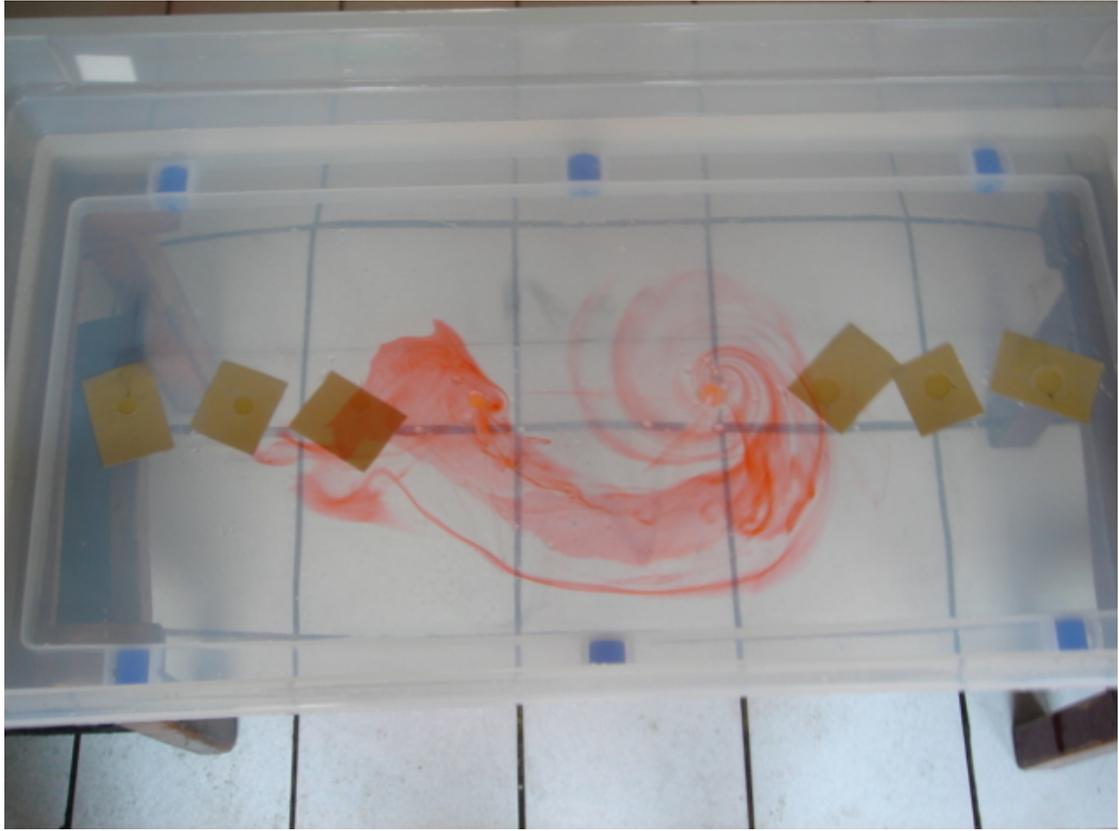
三.兩個水漩渦相距 30cm 時，水分子流動情形的圖。

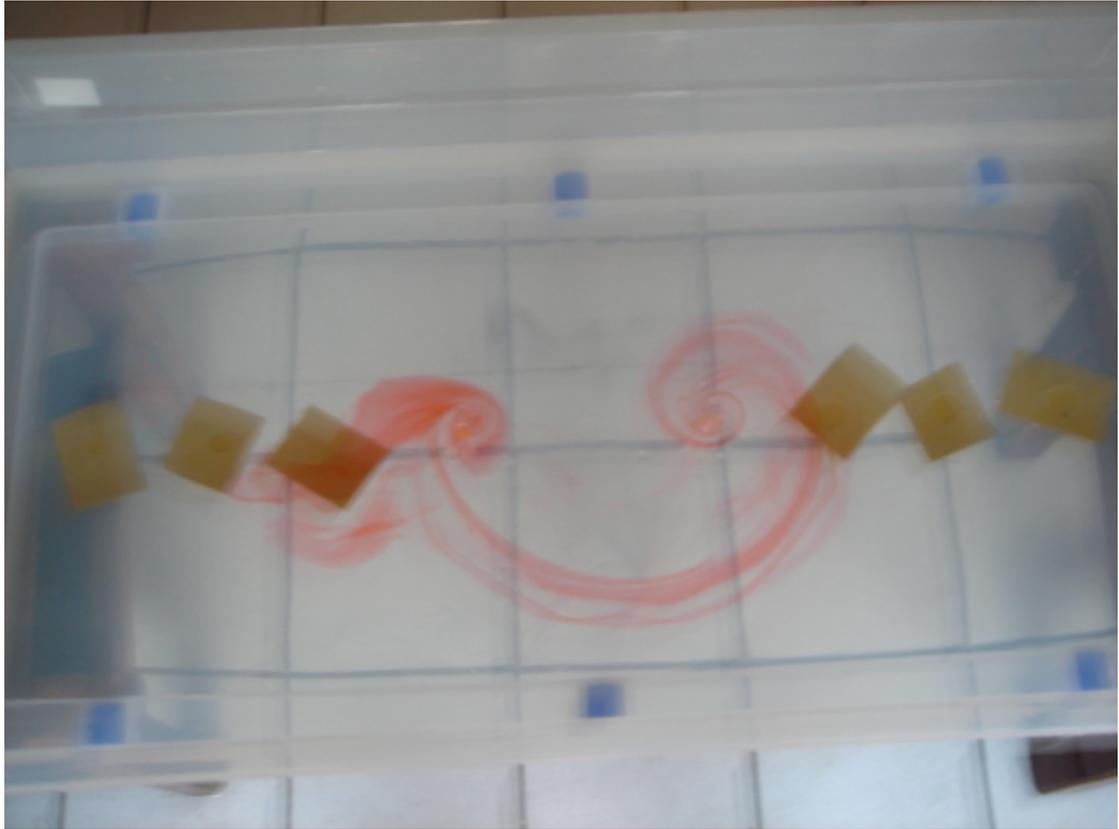


藤原效應的衛星雲圖



四.大小兩水漩渦相距 15cm 時，水分子的流動連續圖。水漩渦形成時離底面 6.3cm





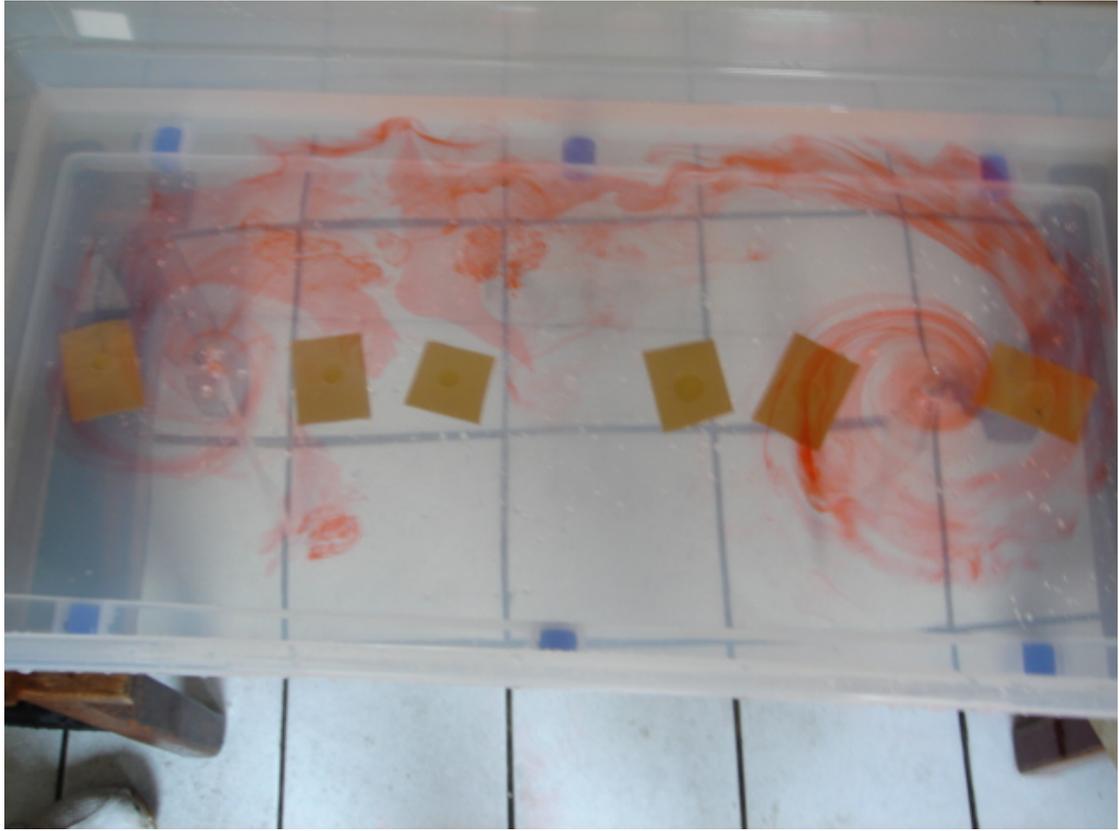
五.大小兩水漩渦相距 30cm 時, 水分子的流動連續圖。水漩渦形成時離底面 6.3cm



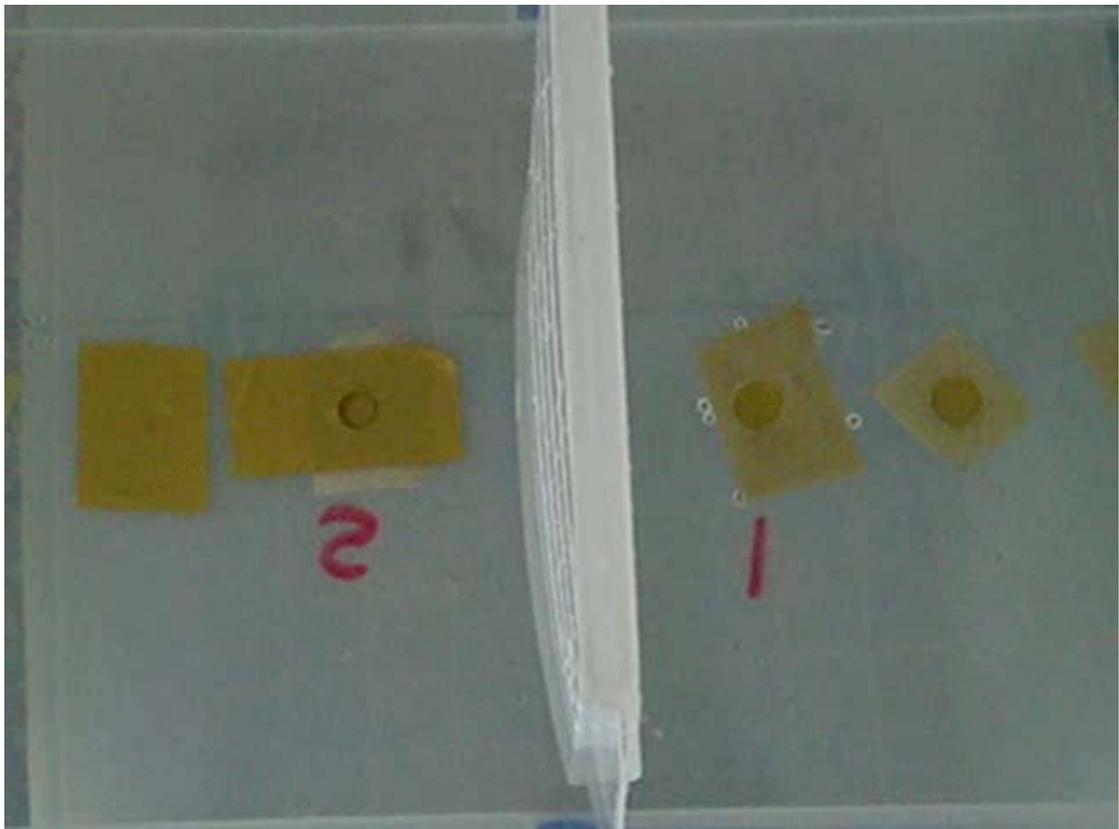


六.大小兩水漩渦相距 60cm 時, 水分子的流動連續圖。水漩渦形成時離底面 6.3cm





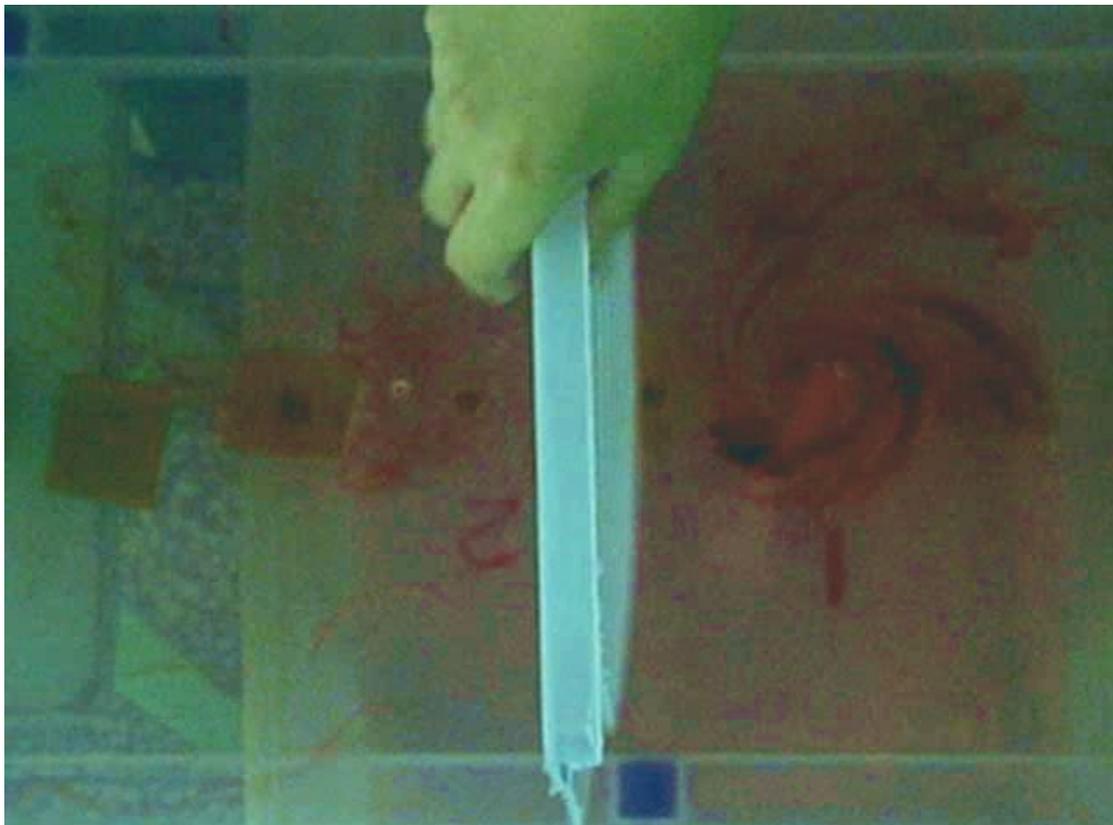
二.兩個水漩渦相距 15cm 時，中間有隔板分開時水分子的流動連續圖。



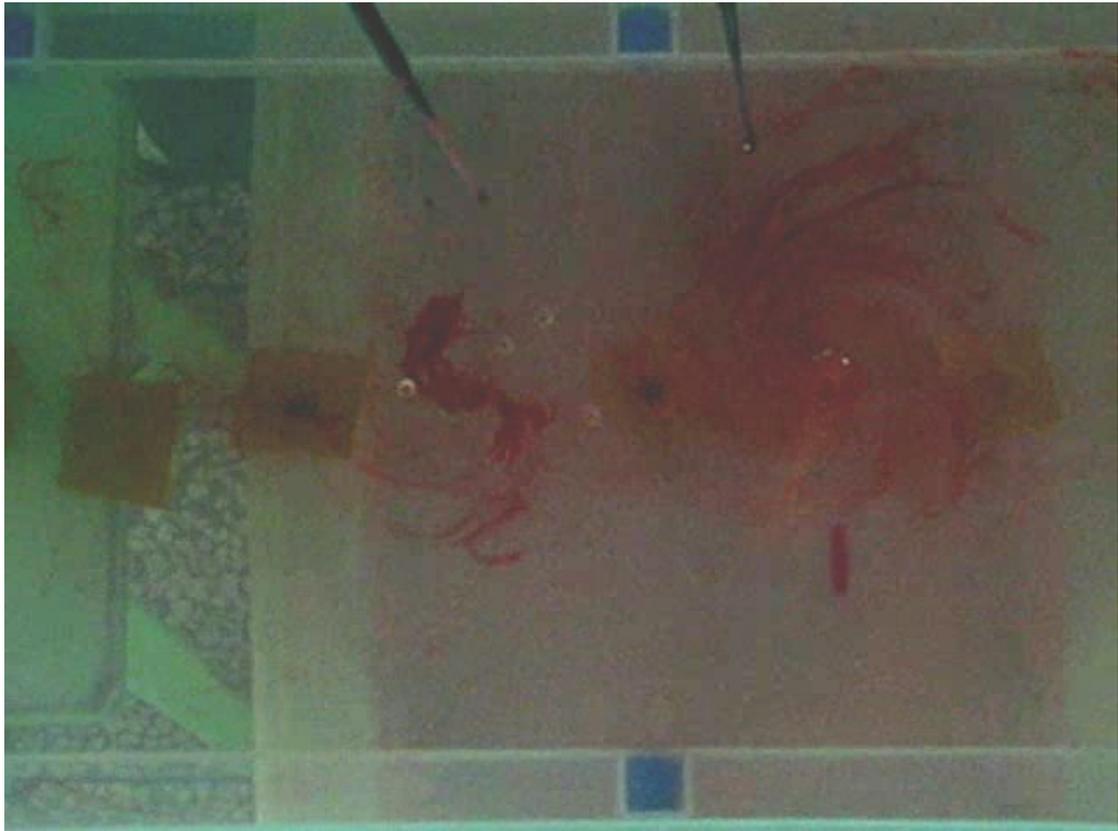
隔板兩邊水漩渦均成逆時針轉動：



拿開隔板：



剛開始兩邊水漩渦均成逆時針轉動：



2號水漩渦由逆時鐘方向轉變成順時鐘旋轉



## 陸、討論:

### 一. 何謂藤原效應?

藤原效應 (fujiwhara. effect, 又稱雙颱風效應), 就是當兩個颱風, 距離接近一千公里左右時, 產生相互作用, 繞著以兩個颱風中心連成的軸線, 以逆時鐘方向旋轉, 而旋轉中心位置, 則以兩個颱風的強度來決定。

一般來說, 藤原效應發生時, 兩個颱風會產生拉扯, 或改變方向, 通常較小的颱風走得快些, 較大的走得慢些, 有時可能合而為一, 由於該現象, 是由日本氣象學者藤原櫻平在一九二一年發現, 故稱為藤原效應。

### 二. 造成科氏力的原因?

『科氏力』簡單的講法: 因地球自西向東轉的緣故, 物體在北半球運動時, 將感受一個向右的偏向力; 而在南半球運動時, 將感受一個向左的偏向力, 此力稱為科氏力 (Coriolis force)。北半球會向前進方向的右側彎曲, 在南半球則會向前進方向的左側彎曲, 為什麼颱風的旋轉方向在北半球是逆時鐘、在南半球是順時鐘? 除了氣壓梯度力和摩擦力之外, 地球大氣氣流與海洋主要是受到科氏力(離心力的分力)的影響而造成的。

### 三. 颱風如何生成?

颱風的成因, 至今仍無法十分確定, 但已知它是由熱帶大氣內的擾動發展而來的。在熱帶海洋上, 海面因受太陽直射而使海水溫度升高, 海水容易蒸發成水氣散布在空中, 故熱帶海洋上的空氣溫度高、濕度大, 這種空氣因溫度高而膨脹, 所以很容易上升, 發生對流作用, 同時周圍較冷空氣流入補充, 然後再上升, 如此循環不已, 終必使整個氣柱皆為溫度較高、重量較輕、密度較小之空氣, 這就形成了所謂的「熱帶低壓」。然而空氣之流動是自高氣壓流向低氣壓, 四周氣壓較高處的空氣必向氣壓較低處流動, 因而形成

「風」。也就是使四周空氣加快向漩渦中心流, 流入愈快時, 其風速就愈大; 當近地面最大風速到達或超過每秒 17.2 公尺時, 我們就稱它為颱風。

熱帶性低氣壓是發展於熱帶海洋上的低壓系統, 在地面天氣圖上是可繪出封閉等壓線的環流, 至少有一圈。熱帶性低氣壓如能繼續發展, 衛星雲圖上可看到雲區擴大, 同時氣壓降低風力增強, 當風力增大到每秒 18 公尺時, 就變成一個輕度颱風。一般要在南、北緯 5 度以上, 才有夠大的科氏力使氣流形成低氣壓環流。所以颱風要誕生也不容易, 必須許多條件配合。

颱風是一個氣壓很低的低氣壓, 氣流以逆時鐘方向向中心旋入, 風力從外向內逐漸增強, 到中心附近達到最強, 但中心卻是雲量稀少、風力微弱, 中心的中空地區稱為颱風眼。

### 四. 兩漩渦交互作用的觀察:

①本組發現孔徑若太大, 流出水量過大, 造成觀測時間不夠充裕, 兩個漩渦之間互相影響, 比較難以觀測出來。

- ②若使用直徑 1.3cm 的兩孔徑，則可觀察出：較弱的漩渦由逆時鐘方向改為順時鐘方向。
- ③由此可推測：當兩颱風互相接近即將合併時，勢必會造成較弱的颱風受較強颱風的影響，而改變旋轉方向。

## 柒、結論:

- 一.利用自然界的重力和離心力產生的科氏力，所產生穩定的兩個水漩渦，模擬兩個颱風的交互作用，讓我們更加容易了解大自然的現象。
- 二.影響颱風路徑的因素很多，其原因是因為空氣的流動，空氣為什麼會流動，主要原因是溫度，因為各地溫度的不同，造成熱空氣上升冷空氣下降，形成熱對流現象，因此產生空氣分子多密度大的地區稱之為高氣壓，空氣分子少密度小的地區稱之為低氣壓，空氣就由高氣壓向低氣壓方向流動，因為科氏力的影響，使流動的空氣產生了偏向之力，造成逆時鐘旋轉的颱風（研究結果一）。颱風是強烈熱帶海洋低氣壓，它的移動路徑是受到附近高氣壓的影響牽引比較重要，所以在判斷移動路徑時，附近高氣壓的走向變的很重要，而藤原效應是說在兩個或三個颱風互相靠近時，所發生拉扯的現象（研究結果二），在距離很大時並不明顯（研究結果三），依據本實驗的觀察，當兩水漩渦互相靠近時其相同影響範圍的水分子會受到兩個漩渦的作用牽引，以致於觀察到的情形是一個漩渦很完整，另一個漩渦卻因相互作用水分子流動情形已經變形（研究結果二），其漩渦中心結構並不是如單一漩渦時完整。  
當兩漩渦相距加大時，兩漩渦中心附近的水流如單一漩渦一樣很完整，雖然這兩個漩渦的水分子流動已經互相影響，但還是呈現兩完整的漩渦狀（研究結果三）。  
就以現象來說，當兩漩渦靠近到某一距離後會互相影響，以致於當中一個漩渦受到牽引的作用會產生變形，可預測到更近的距離便會合成一個漩渦，這和藤原效應中的描述當兩個颱風靠近時會彼此拉扯而造成變形，進而合成一個颱風的敘述是相同的。
- 三.在做此實驗時剛開始使用的長方體，高比較大，所以裝水時，水面要降低到離底部 6.7cm 才會形成漩渦，當用高比較小的長方體容器時，水面不須降低到離水面如此低的情況便會形成漩渦，或許可將水面高度和漩渦形成時水深做個定量探討。另外，長方體容器底部的孔徑和水漩渦的強弱亦有關係，所以可做進一步的探討。
- 四.當撕開膠帶的時間在同一時刻，孔徑小產生的漩渦較弱，會被孔徑大的漩渦干擾而失去逆時鐘旋轉的型態而變成順時鐘旋轉的型態，這種現象值得再做進一步的探討。
- 五.在實驗中發現單一較小孔徑形成漩渦時，如果在容器面積大小、形狀一樣的條件下時，孔徑愈大愈容易造成逆時針旋轉的漩渦，而孔徑太小時則會受到剛開始的起始條件影響而造成漩渦有時是逆時針，有時是順時針旋轉，而起

始條件包括水面是否從靜止開始，容器是否有傾斜，還有水面的擾動，終究而言如果實驗的客觀條件容器放置時能夠絕對水平，水面靜止不擾動狀況下，孔徑的形狀能維持正圓形，容器的面積夠大在這些條件能維持較佳狀況下容易達到實驗效果。

六. 當容器有隔板隔開時，兩側一號、二號孔，先產生獨立的逆時針漩渦，隔板拿開後，兩漩渦互相影響，一號孔的漩渦，由逆時鐘方向慢慢轉變成順時鐘方向旋轉，二號孔的漩渦一直維持逆時鐘方向。由此可推測：當兩颱風互相接近即將合併時，勢必會造成較弱的颱風受較強颱風的影響，而改變旋轉方向。

七. 本實驗所得到的結果，只是研究開端，對於

1. 造成可觀察漩渦時水深與容器大小關係
2. 延長觀察時間(如:加大容器使水量增加)是否產生更符合科學的結果等諸多想法，可進一步得入探討。

## 捌、參考資料及其他

1. 國中自然與生活科技第五冊《康軒版》。
2. 奇摩知識《網路》。
3. 任立渝氣象工作室《網路》。

【評 語】

031725 雙瞳-藤原效應的觀察和模擬

- 1.本作品中有關藤原效應之描述與大氣動力過程之說明有許多錯誤，應加強對文獻與理論的整理。
- 2.實驗設計理念不錯，但與科氏力的關係並不正確，並缺乏與大氣實際發生之雙颱風進行比較與討論。
- 3.有關雙颱風（或雙渦旋）互繞之現象缺乏合理之模擬。
- 4.除了距離之因素外，應可加強渦旋大小對彼此之影響。