中華民國第四十六屆中小學科學展覽會

作品說明書

高中組　物理科

040108

漩渦-氣旋模擬研究

學校名稱： 國立宜蘭高級中學

作者：	指導老師：
高三 邱昱舜 高三 李紹安 高三 曾立揚 高三 許航甄	陳萬城

關 鍵 詞：科氏力

壹、實驗大綱：

自古大氣和海洋就與人類生活息息相關，大氣及海洋都屬自然界的流體，循著流體力學規律運動，但大氣及海洋不同於一般流體的是它存在於地球自轉背景的環境，故本次科展，我們著重於討論流體在重力場環境、與科氏力作用下之動力學。

本實驗運用旋轉水槽以及適當的類比條件產生一渦漩流場，產生類似於自然界中的颱風流場，並比較以攪拌方式及吸取方式產生漩渦的不同特性。經不斷實驗我們決定採用吸取方式產生單一漩渦，待吸取停止後針對各外在環境因素分析比較渦的發展，試探究各外在因素對漩渦發展影響。

實驗方式藉由注入染料方式記錄流場三維立體特性且運用攝影機拍攝完整漩渦生成及發展過程，以求出運動軌跡。

貳、實驗動機：

夏秋之際有許多颱風侵襲台灣，對各地造成不同程度損害，而各颱風之發源地、行進方向、速度及維持時間不盡相同。日常生活中處處能見許多與颱風外觀相似的漩渦，如浴室排水孔因排水所形成的漩渦。我們思考這些漩渦形成原因，並希望藉此次科展探究漩渦形成之外在因素，並期能以簡易方式形成漩渦模擬颱風，進而討論各項外在環境因素對於漩渦生成發展及消逝之影響。

參、實驗目的：

1 研究吸水時間對渦速度的影響
2 研究水缸轉速對渦的影響
3 研究渦的速度分佈
4 地形對渦的影響
5 對移動渦的定性分析

肆、實驗器材：

旋轉台	一台
旋轉槽	一個
攝影機	一台
數位相機	一台
抽水設備（含抽水馬達、止逆閥、水管、水箱）	二組
攪拌機器	一組

碼表	一個
地形模型	數個
各色染料	一組

旋轉槽

旋轉台

各色染料

攝影機

地形模型

抽水設備

數位相機

攪拌機器

碼表

伍、實驗步驟及結果：

一、觀察並討論生活中漩渦之形成，發展及消逝

（一）觀察洗手台之排水孔因排水而形成的漩渦

觀察分析其成因，應為排水造成渦心流體排開，若吸水時間及水量足以造成渦心四周流體補充，此時四周流體同時向內匯聚流動之現象即稱為漩渦生成。

二、設計實驗模擬形成漩渦

（一）以攪拌方式產生漩渦：

1. 攪拌機器深入旋轉槽約十秒後離開水面，同時以攝影機拍攝漩渦形成及發展過程並計測漩渦維持時間。

2. 實驗結果：能產生漩渦（圖一）

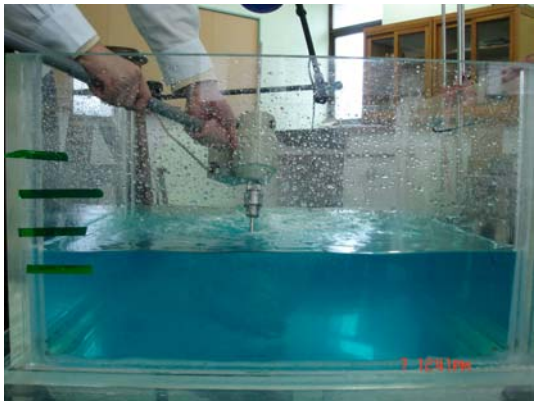
（二）以水面上抽吸方式在水中產生漩渦：

1. 抽水馬達深入旋轉槽約二十秒後離開水面，同時以攝影機拍攝漩渦形成及發展過程並計測產生漩渦維持時間。

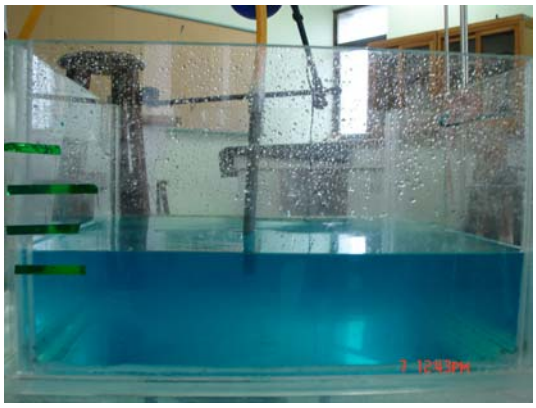
2. 實驗結果：不能產生漩渦（圖二）

（三）以斜面（及地形高度差）在水中產生漩渦：

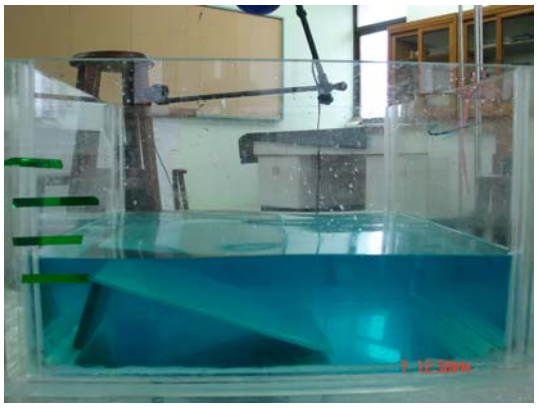
1. 於旋轉槽底部置入一斜面，並以起波器置於旋轉槽一端製造波動，同時以攝影機拍攝漩渦形成及發展過程並計時產生 2. 漩渦維持時間。實驗結果：無法產生漩渦（圖三），經多次實驗修正仍無法有效產生漩渦，故放棄以此方式作為產生漩渦方法。



圖一



圖二



圖三

討論：本實驗決定往後實驗產生漩渦方法，為一切實驗根基，需選擇產生之漩渦差異性最小且品質穩定之方法，以免影響實驗準確性。

結論：經多次實驗及小組討論後，吸取法雖製造漩渦歷時略長但未影響漩渦穩定性及形成差異性，故決以吸取法作為日後實驗產生漩渦之主要方法。

三、討論漩渦維持之判定方法

（一）強光源投影法

以一強光源於水面正上方並於水槽下方放置白紙於其上產生投影。但產生陰影不甚明顯，較難判斷，且強光源體積大且重以致架設困難，此為最早時所採行方法，經多次實驗已捨棄此法。

（二）染料注入法

其顯影方式是以細針筒吸取每次 3mL 食用色素，注入漩渦中心，使其與漩渦進行同步旋轉，可觀察漩渦結構之三維性，並藉觀察其發散與否，判定漩渦發展狀況。此法除可觀察流場之初步發展，亦可觀察漩渦中心及其附近流場結構。

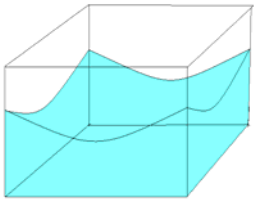
（三）攝影機攝影法

攝影機架設於旋轉水槽一側及上方，使其能與旋轉水槽進行同步旋轉，以觀察漩渦平面發展過程。

（四）討論：因強光源架設較為困難，經小組討論後決議以染料注入法配合攝影機攝影法作為日後漩渦觀察之方法

四、固定渦的定量研究

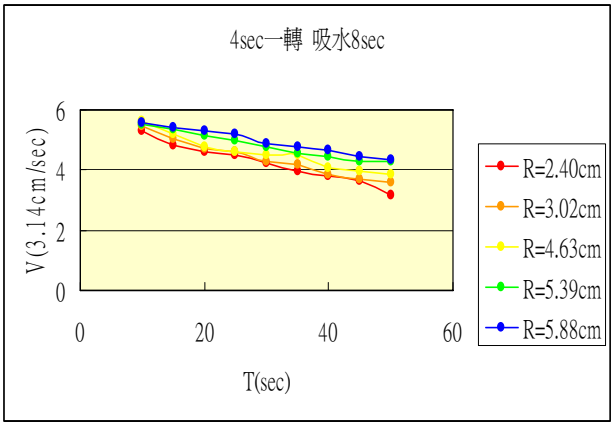
旋轉平台係由直徑 20cm 圓鐵盤組成，以期使平台能以定角速率旋轉，並可調整旋轉速率。因考慮科氏力效應，故本實驗在旋轉平面上進行。但平台旋轉使實驗者不易直接控制旋轉台上各項裝置開關，如漩渦產生裝置、抽吸設備、攝影機、相機等皆須同步與其旋轉，此為實驗架設較困難處。此外旋轉水槽為邊長 75cm×75cm×50cm 之壓克力水槽，其中流體採用水。由於需加入科氏力效應，實驗必須在有背景渦度（科氏力）環境下進行，故架設壓克力旋轉水槽於上述旋轉平台之上（如下圖示）。



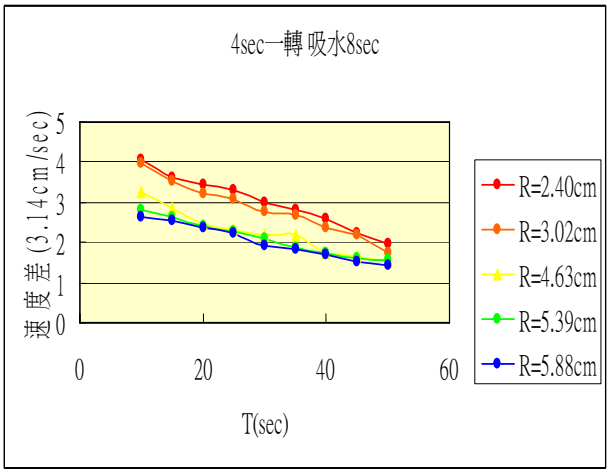
再來，讓旋轉台穩定旋轉，等水體處於一穩定狀態時，如右圖，抽水使之產生漩渦，丟碎布下去使之跟著繞轉，再用影片分析其速度，角速度及速度差之資料，以下是我們的實驗數據：

1-1. 四秒一轉，吸水時間 8sec

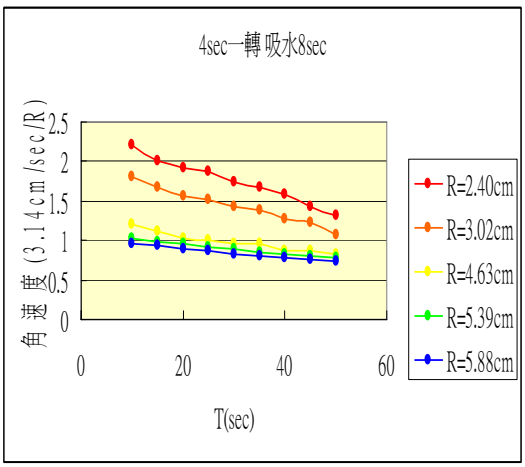
速度 半徑	R=2.40 cm	R=3.02 cm	R=4.63 cm	R=5.39 cm	R=5.88 cm
10sec	5.28	5.47	5.63	5.50	5.59
15sec	4.82	5.04	5.21	5.34	5.39
20sec	4.63	4.71	4.79	5.12	5.29
25sec	4.48	4.59	4.63	4.96	5.17
30sec	4.22	4.29	4.48	4.79	4.88
35sec	3.99	4.17	4.48	4.58	4.76
40sec	3.78	3.87	4.09	4.42	4.65
45sec	3.66	3.71	3.97	4.31	4.45
50sec	3.17	3.59	3.86	4.26	4.35



速度差 半徑	R=2.40 cm	R=3.02 cm	R=4.63 cm	R=5.39 cm	R=5.88 cm
10sec	4.08	3.96	3.28	2.80	2.65
15sec	3.62	3.53	2.87	2.64	2.53
20sec	3.43	3.20	2.45	2.43	2.35
25sec	3.31	3.08	2.32	2.26	2.23
30sec	2.97	2.78	2.18	2.10	1.94
35sec	2.81	2.66	2.18	1.87	1.82
40sec	2.59	2.36	1.76	1.72	1.71
45sec	2.23	2.20	1.67	1.62	1.53
50sec	1.97	1.75	1.53	1.56	1.41

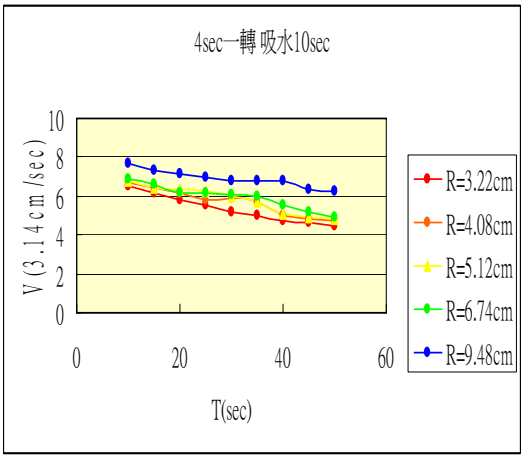


角速度 半徑	R=2.40 cm	R=3.02 cm	R=4.63 cm	R=5.39 cm	R=5.88 cm
10sec	2.20	1.81	1.21	1.02	0.95
15sec	2.01	1.67	1.12	0.99	0.93
20sec	1.93	1.56	1.03	0.95	0.90
25sec	1.88	1.52	1.00	0.92	0.88
30sec	1.74	1.42	0.97	0.89	0.83
35sec	1.67	1.38	0.97	0.85	0.81
40sec	1.58	1.28	0.88	0.82	0.79
45sec	1.43	1.23	0.86	0.80	0.76
50sec	1.32	1.08	0.83	0.79	0.74

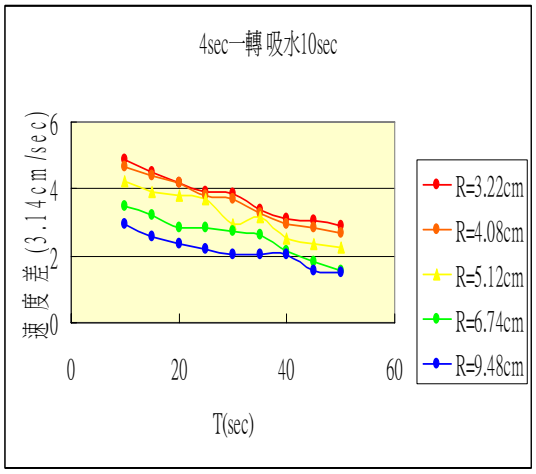


1-2. 四秒一轉，吸水時間 10sec

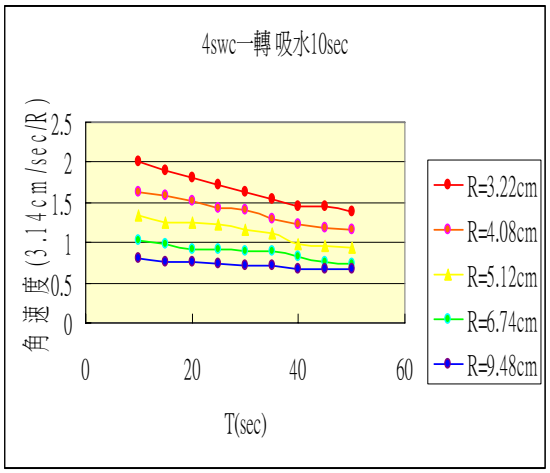
速度 半徑	R=3.22 cm	R=4.08 cm	R=5.12 cm	R=6.74 cm	R=9.48 cm
10sec	6.50	6.69	6.81	6.87	7.69
15sec	6.12	6.45	6.46	6.61	7.29
20sec	5.79	6.20	6.35	6.20	7.11
25sec	5.54	5.83	6.25	6.20	6.94
30sec	5.22	5.92	5.94	6.07	6.78
35sec	4.96	5.67	5.73	6.00	6.77
40sec	4.70	4.98	5.07	5.53	6.77
45sec	4.64	4.86	4.89	5.19	6.32
50sec	4.48	4.73	4.81	4.92	6.26



速度差 半徑	R=3.22cm	R=4.08 cm	R=5.12 cm	R=6.74 cm	R=9.48 cm
10sec	4.89	4.65	4.25	3.50	2.95
15sec	4.51	4.41	3.89	3.24	2.55
20sec	4.19	4.16	3.79	2.83	2.36
25sec	3.93	3.80	3.69	2.83	2.20
30sec	3.86	3.68	2.97	2.71	2.04
35sec	3.35	3.28	3.17	2.63	2.03
40sec	3.10	2.94	2.51	2.16	2.03
45sec	3.03	2.82	2.36	1.82	1.58
50sec	2.87	2.69	2.25	1.56	1.52

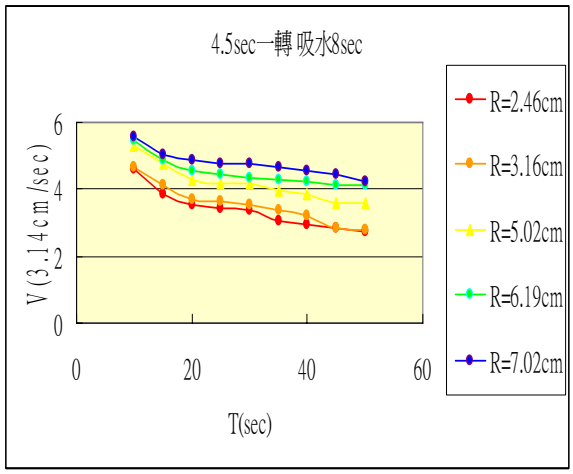


角速度 半徑	R=3.22 cm	R=4.08 cm	R=5.12 cm	R=6.74 cm	R=9.48 cm
10sec	2.02	1.64	1.33	1.02	0.81
15sec	1.90	1.58	1.26	0.98	0.77
20sec	1.80	1.52	1.24	0.92	0.75
25sec	1.72	1.43	1.22	0.92	0.73
30sec	1.62	1.40	1.16	0.90	0.71
35sec	1.54	1.30	1.12	0.89	0.71
40sec	1.46	1.22	0.99	0.82	0.68
45sec	1.44	1.19	0.96	0.77	0.67
50sec	1.39	1.16	0.94	0.73	0.66

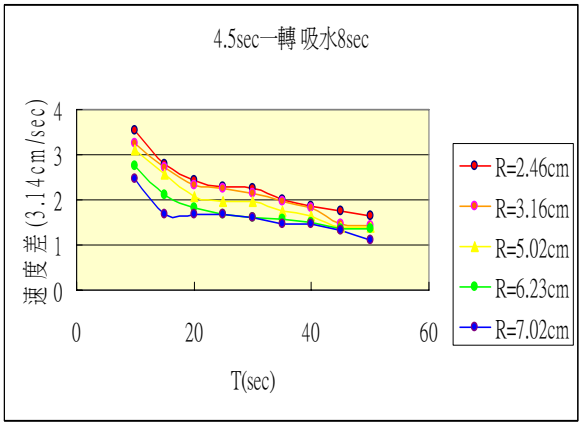


2-1. 四點五秒一轉，吸水時間 8sec

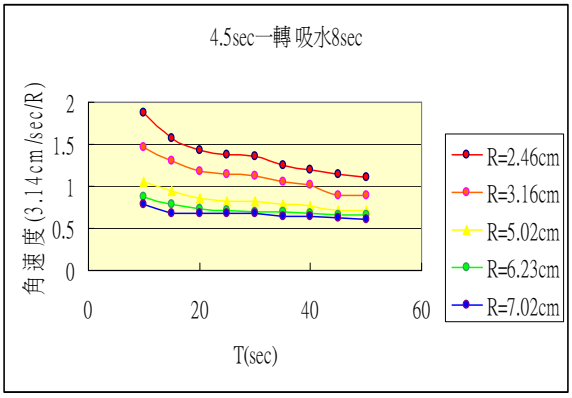
速度 半徑	R=2.46 cm	R=3.16 cm	R=5.02 cm	R=6.19 cm	R=7.02 cm
10sec	4.61	4.65	5.32	5.49	5.55
15sec	3.88	4.12	4.76	4.86	5.01
20sec	3.51	3.69	4.27	4.55	4.90
25sec	3.42	3.63	4.17	4.42	4.78
30sec	3.35	3.54	4.17	4.36	4.78
35sec	3.07	3.35	3.97	4.29	4.68
40sec	2.95	3.19	3.87	4.24	4.58
45sec	2.83	2.84	3.61	4.11	4.42
50sec	2.73	2.81	3.61	4.11	4.21



速度差 半徑	R=2.46 cm	R=3.16 m	R=5.02 cm	R=6.23 cm	R=7.02 cm
10sec	3.54	3.25	3.11	2.74	2.46
15sec	2.80	2.72	2.56	2.12	1.68
20sec	2.44	2.31	2.06	1.81	1.68
25sec	2.29	2.24	1.96	1.69	1.68
30sec	2.26	2.15	1.96	1.62	1.61
35sec	2.00	1.96	1.76	1.56	1.47
40sec	1.87	1.81	1.66	1.50	1.47
45sec	1.75	1.45	1.41	1.37	1.33
50sec	1.65	1.42	1.41	1.37	1.12

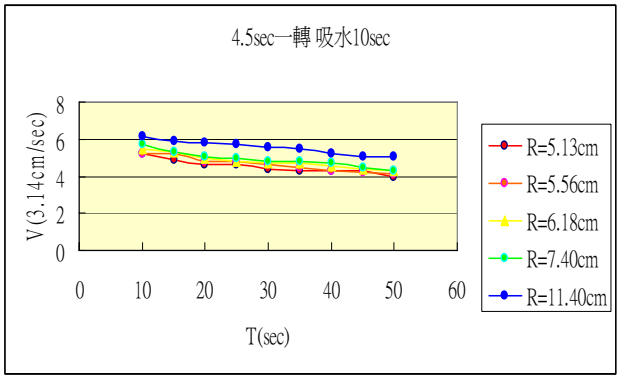


角速度 半徑	R=2.46 cm	R=3.16 cm	R=5.02 cm	R=6.23 cm	R=7.02 cm
10sec	1.88	1.47	1.06	0.88	0.79
15sec	1.58	1.30	0.95	0.78	0.68
20sec	1.43	1.17	0.85	0.73	0.68
25sec	1.37	1.15	0.83	0.71	0.68
30sec	1.36	1.12	0.83	0.70	0.67
35sec	1.25	1.06	0.79	0.69	0.65
40sec	1.20	1.01	0.77	0.68	0.65
45sec	1.15	0.90	0.72	0.66	0.63
50sec	1.11	0.89	0.72	0.66	0.60

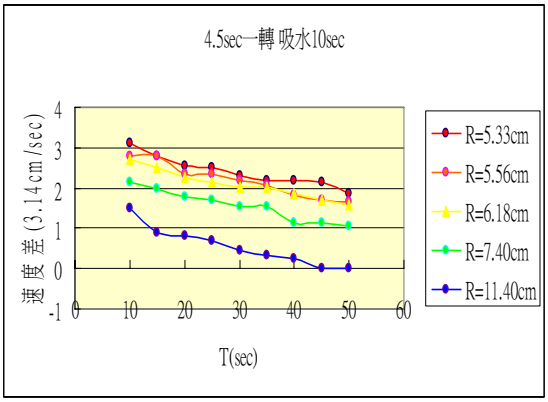


2-2. 四點五秒一轉，吸水時間 10sec

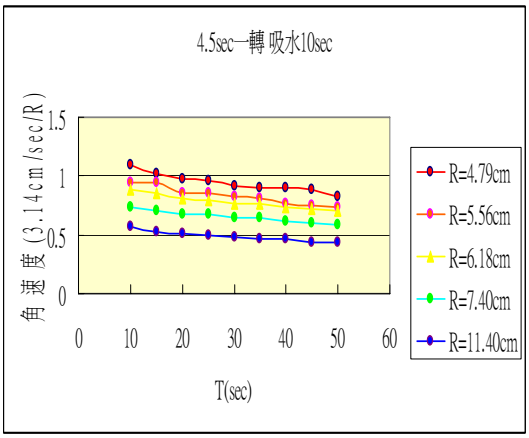
速度 半徑	R=5.13 cm	R=5.56 cm	R=6.18 cm	R=7.40 cm	R=11.40 cm
10sec	5.22	5.23	5.44	5.71	6.12
15sec	4.89	5.23	5.27	5.29	5.91
20sec	4.65	4.78	4.96	5.05	5.81
25sec	4.60	4.78	4.83	4.94	5.71
30sec	4.41	4.61	4.71	4.83	5.52
35sec	4.31	4.50	4.71	4.83	5.44
40sec	4.31	4.28	4.53	4.69	5.24
45sec	4.26	4.17	4.41	4.44	5.02
50sec	3.98	4.11	4.28	4.29	5.02



速度差 半徑	R=5.33 cm	R=5.56 cm	R=6.18 cm	R=7.40 cm	R=11.40 cm
10sec	3.11	2.78	2.72	2.15	1.48
15sec	2.78	2.78	2.51	2.00	0.91
20sec	2.54	2.34	2.26	1.78	0.80
25sec	2.49	2.34	2.14	1.70	0.68
30sec	2.30	2.17	2.02	1.56	0.45
35sec	2.20	2.06	2.02	1.56	0.34
40sec	2.20	1.83	1.87	1.13	0.23
45sec	2.16	1.72	1.71	1.12	0.00
50sec	1.87	1.67	1.60	1.04	0.00

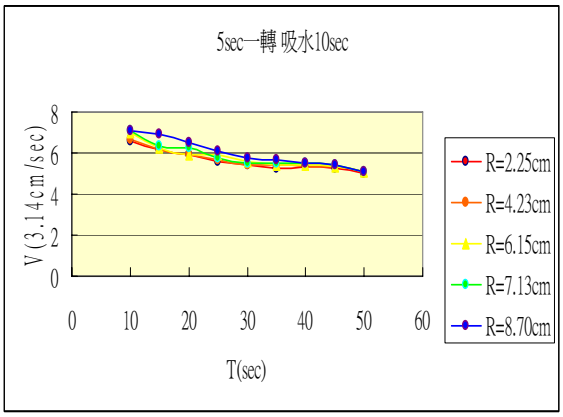


角速度 半徑	R=4.79 cm	R=5.56 cm	R=6.18 cm	R=7.40 cm	R=11.40 cm
10sec	1.09	0.94	0.88	0.73	0.57
15sec	1.02	0.94	0.85	0.71	0.52
20sec	0.97	0.86	0.81	0.68	0.51
25sec	0.96	0.86	0.79	0.67	0.50
30sec	0.92	0.83	0.77	0.65	0.48
35sec	0.90	0.81	0.77	0.65	0.47
40sec	0.90	0.77	0.74	0.62	0.46
45sec	0.89	0.75	0.72	0.60	0.44
50sec	0.83	0.74	0.70	0.58	0.44

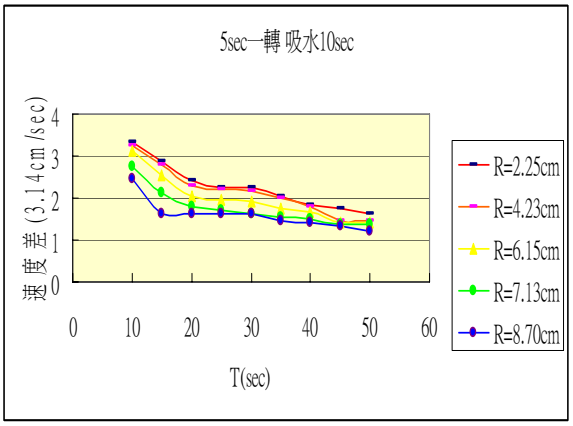


3-1. 五秒一轉，吸水時間 10sec

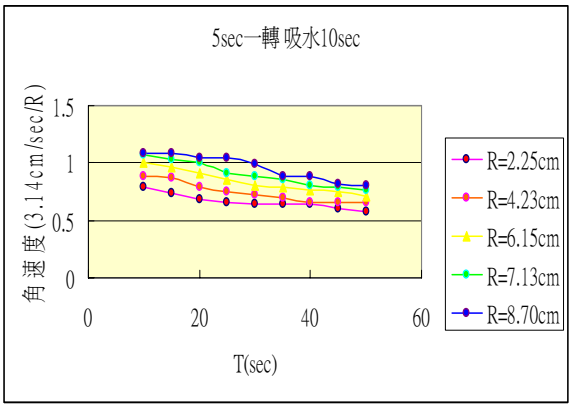
速度 半徑	R=2.25 cm	R=4.23 cm	R=6.15 cm	R=7.13 cm	R=8.70 cm
10sec	6.59	6.69	7.00	7.08	7.12
15sec	6.14	6.17	6.21	6.36	6.90
20sec	5.93	5.95	5.95	6.21	6.48
25sec	5.59	5.67	5.88	5.72	6.11
30sec	5.42	5.43	5.55	5.48	5.78
35sec	5.27	5.38	5.44	5.47	5.63
40sec	5.33	5.36	5.39	5.46	5.48
45sec	5.22	5.30	5.33	5.39	5.41
50sec	5.02	5.05	5.06	5.07	5.09



速度差 半徑	R=2.25 cm	R=4.23 cm	R=6.15 cm	R=7.13 cm	R=8.70 cm
10sec	3.34	3.25	3.11	2.74	2.45
15sec	2.88	2.78	2.56	2.12	1.64
20sec	2.41	2.31	2.03	1.81	1.63
25sec	2.23	2.21	1.95	1.69	1.62
30sec	2.27	2.18	1.93	1.62	1.61
35sec	2.03	1.99	1.74	1.56	1.46
40sec	1.82	1.81	1.66	1.50	1.42
45sec	1.76	1.45	1.42	1.37	1.33
50sec	1.62	1.44	1.41	1.37	1.19

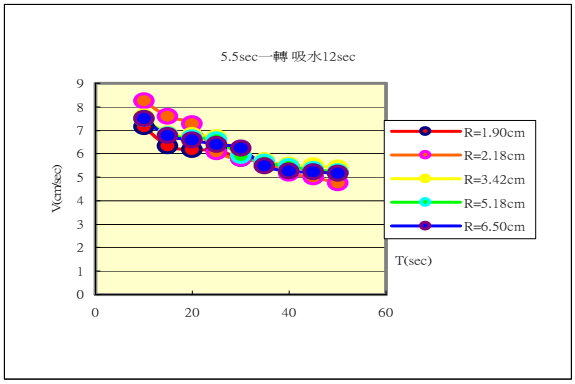


角速度 半徑	R=2.25 cm	R=4.23 cm	R=6.15 cm	R=7.13 cm	R=8.70 cm
10sec	0.79	0.88	1.00	1.07	1.09
15sec	0.74	0.87	0.96	1.03	1.08
20sec	0.68	0.79	0.91	1.00	1.05
25sec	0.65	0.75	0.86	0.91	1.04
30sec	0.64	0.72	0.81	0.88	0.99
35sec	0.64	0.69	0.79	0.86	0.89
40sec	0.64	0.66	0.77	0.81	0.88
45sec	0.60	0.66	0.75	0.79	0.82
50sec	0.58	0.65	0.71	0.77	0.81



3-2. 五秒一轉，吸水時間 12sec

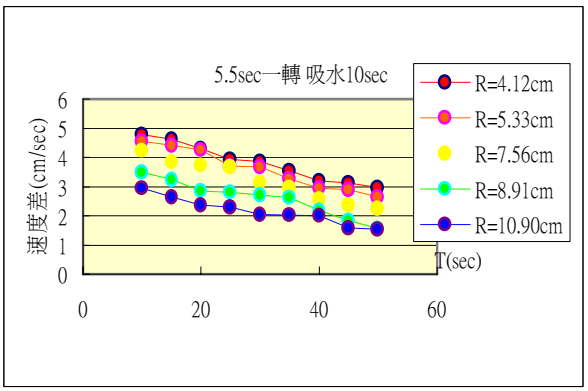
速度 半徑	R=7.52cm	R=3.76cm	R=5.40cm	R=10.70cm
35sec	7.28π	8.06π	7.72π	6.40π
40sec	6.45π	6.75π	6.00π	6.04π
45sec	5.82π	6.10π	5.94π	5.64π
50sec	5.72π	5.79π	5.59π	5.37π
55sec	5.62π	5.71π	5.40π	5.13π
60sec	5.52π	5.37π	5.23π	4.34π
65sec	5.43π	5.25π	5.07π	4.18π



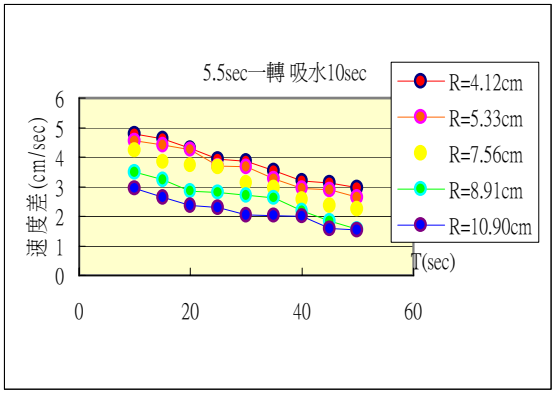
角速度 半徑	R=7.52cm	R=3.76cm	R=5.40cm	R=10.70cm
35sec	0.97π	2.21π	1.43π	0.60π
40sec	0.86π	1.25π	1.58π	0.57π
45sec	0.55π	0.81π	1.11π	1.50π
50sec	0.54π	0.77π	1.06π	1.43π
55sec	0.52π	0.73π	1.00π	1.36π
60sec	0.52π	0.71π	0.97π	1.15π
65sec	0.51π	0.69π	0.94π	1.11π

4-1 五點五秒一轉，吸水時間 10sec

速度 半徑	R=4.12 cm	R=5.33 cm	R=7.56 cm	R=8.91 cm	R=10.90 cm
10sec	6.18	6.19	6.21	6.24	6.30
15sec	5.61	5.72	5.82	6.01	6.07
20sec	5.15	5.23	5.40	5.65	5.96
25sec	4.94	5.12	5.28	5.56	5.85
30sec	4.26	4.67	4.93	5.22	5.65
35sec	4.12	4.37	4.73	5.14	5.55
40sec	3.86	4.23	4.63	4.95	5.46
45sec	3.81	3.92	4.12	4.66	5.14
50sec	3.66	3.75	4.11	4.38	5.11



速度差 半徑	R=4.12 cm	R=5.33 cm	R=7.56 cm	R=8.91 cm	R=10.90c m
10sec	4.79	4.55	4.23	3.50	2.95
15sec	4.61	4.41	3.85	3.24	2.65
20sec	4.29	4.26	3.73	2.84	2.36
25sec	3.93	3.70	3.67	2.81	2.29
30sec	3.86	3.68	3.13	2.71	2.05
35sec	3.55	3.26	2.96	2.63	2.03
40sec	3.20	2.95	2.57	2.18	2.01
45sec	3.13	2.89	2.36	1.84	1.59
50sec	2.97	2.64	2.25	1.57	1.55

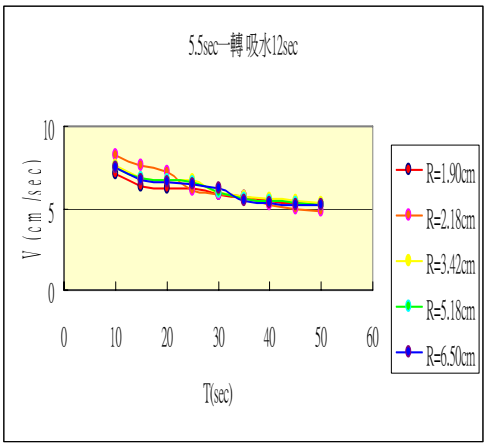


角速度 半徑	R=4.12 cm	R=5.33 cm	R=7.56 cm	R=8.91 cm	R=10.90 cm
10sec	1.50	1.12	0.81	0.77	0.58
15sec	1.36	1.10	0.77	0.65	0.55
20sec	1.25	0.96	0.71	0.62	0.55
25sec	1.20	0.91	0.70	0.58	0.53
30sec	1.03	0,78	0.65	0.55	0.52
35sec	1.00	0.77	0.63	0.55	0.51
40sec	0.94	0.69	0.61	0.51	0.50
45sec	0.77	0.67	0.52	0.49	0.46
50sec	0.71	0.59	0.51	0.43	0.42

4-2 五點五秒一轉，吸水時間 12sec

速度 半徑	R=1.90 cm	R=2.18 cm	R=3.42 cm	R=5.18 cm	R=6.50 cm
10sec	7.15	8.26	7.55	7.50	7.49
15sec	6.34	7.59	6.84	6.79	6.77
20sec	6.16	7.26	6.77	6.66	6.59
25sec	6.16	6.06	6.67	6.57	6.40
30sec	5.79	5.80	5.97	5.93	6.23
35sec	5.66	5.66	5.71	5.62	5.47
40sec	5.49	5.17	5.52	5.44	5.27
45sec	5.32	5.00	5.49	5.33	5.22
50sec	5.18	4.76	5.37	5.21	5.15

速度差 半徑	R=1.90 cm	R=2.18 cm	R=3.42 cm	R=5.18 cm	R=6.50 cm
10sec	6.33	7.27	7.32	5.59	6.11
15sec	6.02	6.80	5.61	4.92	5.07
20sec	5.02	6.47	5.61	4.82	3.25
25sec	4.50	5.28	5.61	4.71	3.06
30sec	4.45	5.01	5.10	4.04	2.93
35sec	4.07	4.86	4.48	3.73	2.80
40sec	3.69	4.38	4.31	3.57	2.60
45sec	3.60	4.21	4.11	3.47	2.34
50sec	3.44	3.95	3.77	3.37	2.08



計數原理：

把影片分成一秒 30 次的畫面，計算碎布移動的距離及時間，計算出渦的速度，角速度及速度差。

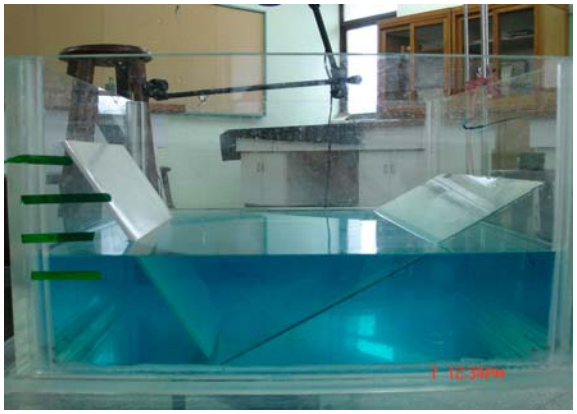
五、地形斜度對漩渦形成及維持之影響：

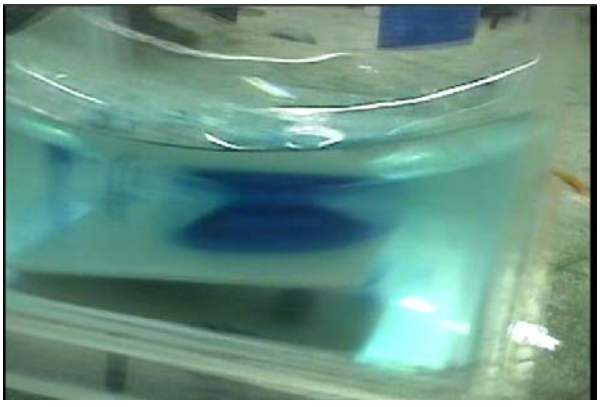
實驗變因：地形斜度

操縱變因：地形斜度

控制變因：水深、旋轉速度、抽水量、抽水方式、水溫

此次實驗主要目的非觀察漩渦維持之時間，而是觀察漩渦發展狀態及軌跡偏移。





實驗結果：

漩渦偏向斜度較緩且近水面處（部分亦受科氏力影響），並且因旋轉使其發展成為似橢圓之非圓形漩渦，以旋轉軸為圓心，循旋轉台以等速旋轉。

陸、速度實驗討論：

一、日常生活所見漩渦有：洗手檯排水造成之漩渦、浴室排水孔排水造成之漩渦等。觀察分析其原因，應為排水造成形成漩渦之渦心流體排開，若吸水時間及水量足以造成窩心四周流體向中心補充，此四周流體同時向內匯聚流動之現象即稱為漩渦生成。

二、設計產生漩渦實驗，其中攪拌方式、水面下抽吸方式及斜面（及地形高度差）方式值得分析探討。

（一）攪拌法乃以逆時針等角速度旋轉進行攪拌，利用圓柱邊界摩擦效應，藉以擾動流體使渦漩生成，並藉由黏滯擴散作用，在局部產生一旋轉流場。但攪拌器需根據漩渦中心深淺位置而改變入水攪拌深度，不易控制而變因過多致雖能產生漩渦卻不穩定。

（二）水面上抽吸法即利用置於水面上方抽水馬達，於水管入水端加一止逆閥，當吸取少量流體時，周圍流體立即補充被吸入空間，帶動流體旋轉，造成流體渦度增加，進而形成結構完整之漩渦。日後即採此法作為實驗產生漩渦之基礎方式。

（三）斜面及地形高度差產生漩渦法，本欲以斜面於流體中產生之高度差使流體因周圍流體之補充自然產生漩渦，然經多次實驗且修正仍無法有效產生漩渦，故放棄此方式。

（四）對速度研究發現並沒有特殊規律，但有趣的是我們觀察到渦內圈角速度必大於外圈，也就是說，相對於旋轉台的角速度，內圈變化量必大於外圈，此意味著越往內圈水流速率變化量越大，經數據分析後得到證實。此雖和中心是下沉氣流的颶風型態不同，但是性質卻有諸多相同，速度變化大即代表風速大。問題出現在渦心有無類似風眼的性質，所以我們選擇五點五一轉(吸水 1080ml)做小半徑測速，發現半徑小於一定值時，渦速明顯下降，此即代表渦流中亦有和氣流相似特性。

（五）比較不同背景轉速之速度差異，發現在背景轉速慢時，渦速變化較大，判斷其原因，可能是因為在背景速度快時，單位時間分子互相磨擦阻力較大，所以能量損失較多，故速率變化量較小。

（六）觀察發現在抽水時間越長，提供能量越高，速度變化量越大，數據也證實此結果。

（七）發現速度下降有先下降幅度大後下降幅度小的趨勢，可能是剛開始時摩擦力大，能量減少快，後來速度趨近一致，速度下降趨勢便減緩。

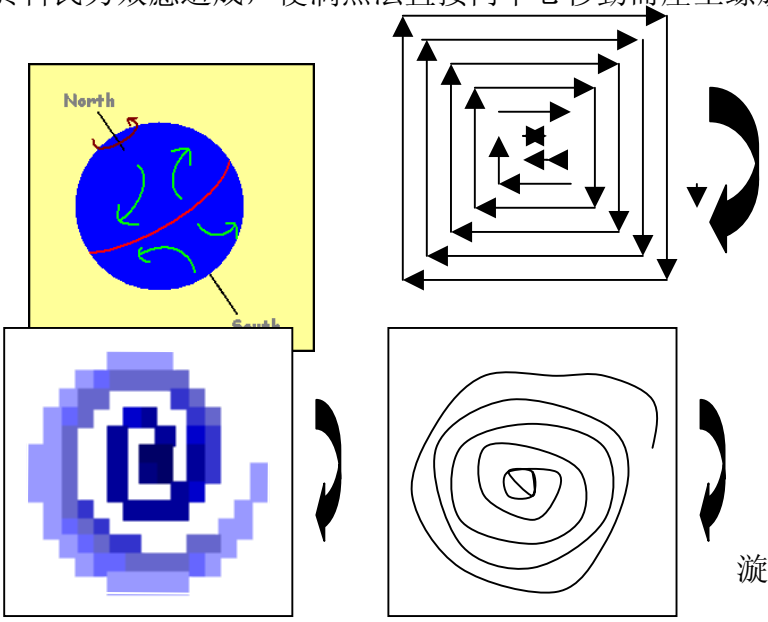
補註：向心力公式:$a_c=(\omega R\cos\theta+u)^2/R\cos\theta=\omega^2R\cos\theta+2\omega u+u^2/R\cos\theta$

（八）無論是斜面或者是拋物面，渦會往高度最小的地方移動，亦即渦在淺的地方最穩定，所以移動渦會以相對水缸順時針繞進最低點〔中心最淺部分〕

柒、移動漩渦討論：

（一）可以把整個水缸看成無數多個同心圓，角速度一樣，所以外圈速度比裡圈速度快，當渦由外圈往裡圈移動時，會產生一個偏向力，此即和柯氏力的原理，故我們的水缸是順時針移動，可以看成從南極點上空往下俯瞰，渦會相對水缸順時針轉動。

（二）根據實驗結果，我們發現漩渦普遍會相對水缸以逆時針方式運動，而逐漸繞向成拋物面鏡的水體中心前進，符合淺水效應意義，路徑會呈逆時針則由於科氏力效應造成，使渦無法直接向中心移動而產生螺旋路徑。



漩渦路徑及趨勢

（三）當渦流移動時接近水缸邊際，渦形將被破壞而不成完整圓形。

（四）根據最新研究，在方形角落也會因水流撞擊而產生小渦流，所以如果在離中心越遠的地方吸的話，會產生無數個小渦流而干擾主渦的動向，甚至會讓渦以逆時針方式相對水缸繞轉，如果把水面的面積擴大的話，實驗的效果應會更好。

捌、實驗結論：1、抽水時間越長，漩渦結構越完整，維持時間越久，依此我們推論，若颱風上升氣流越強，其結構越完整，破壞力越強。

2、背景轉速越快，渦速越小

3、漩渦生成後，中心速度最大，並由中心向四周減弱，但最外圍速度仍大於旋轉台旋轉速度，其速度變化由內向外圍先陡降再緩降。

4、渦會往最淺的地方移動。

5、移動渦會相對水缸順時針繞入中心然後在中心漸漸變弱。

捌、實驗檢討與未來展望：

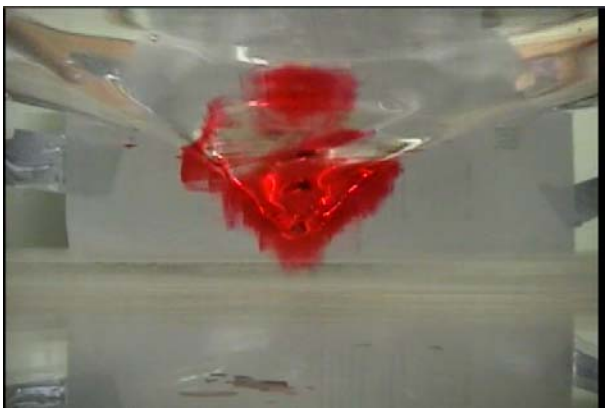
本次實驗，們嘗試以日常生活易取得的簡單器材製造漩渦模擬夏秋兩季熱帶海洋海面熱帶氣旋的生成維持與移動，以及其與近陸地海底地形之交互作用與自身結構的改變 並測定關於漩渦維持歷程之相關數據如漩渦中心與邊緣轉速(利用在渦中灑下觀測粒子測量其單位時間之移動距離) 與漩渦旋轉半徑(與其和漩渦生成方式之關係)等，但受限於技術、經費與時間層面問題，僅能以簡單器材進行模擬，實驗誤差亦隨之擴大，因此未來若有機會，可嘗試以較為精確儀器逐步修正實驗所產生之可避免與不可避免的誤差，並完整紀錄漩渦維持與移動歷程，令本次實驗雖有部份定量數據討論，但是整體實驗仍偏向定性觀察，此點仍待改進，我們希望以定性與定量並重之大方向，藉由分析眾多數據與現象演繹歸納得出最近似於真實情況的最佳漩渦生成維持與移動方式。另外，在進行移動渦實驗時，我們發現漩渦生成時，水面有異常擾動，我們推測其成因應為在製造漩渦時補償流使漩渦在別處生成，形成強度不一之雙渦環境，此現象目前依然無解，故希望未來能克服技術問題，製造雙渦甚至三渦在科氏力背景環境下其相互作用之情形。此外，若能提升實驗器材水平並克服實驗過程誤差問題，我們期待未來能有機會，改變水底地形並探討嘗試模擬呈現台灣臨海颱風生成維持消逝與互相影響之近似真實情形。

玖、文獻參考：

（一）基礎地球科學　康熙圖書

（二）大氣科學　　戚啟勳

（三）地球流體力學



評　　語

040108　漩渦-氣旋模擬研究

本作品討論漩渦現象，整體設計很好，也利用攝影機記錄不同狀況下的水流速，若能綜合所取的數據作出定量的結論更有價值。