

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 地球科學科

030506

南投縣立埔里國民中學

指導老師姓名

許仁和

謝宗翔

作者姓名

方雅妮

許庭瑄

吳怡慧

蔡雅婷

作品名稱：如影似真的偏轉魔力 科氏力

壹、摘要

藉由本研究，我們希望能了解到“既抽象又難捉摸”的科氏力與科氏力效應，也期能解開地理或自然課本中的東北季風、西南季風的偏轉之奧妙。

本研究裡，有四大摘要著眼點：

- (1) 教學網路上常出現「北半球的浴盆，放水時水渦流旋轉是逆時針??!!」的討論，就有很多種版本說法與爭論。今我們利用實驗、分析再經巧思設計讓「科氏力」大小並不足以影響小小漩渦的旋轉方向，變成足以影響。
- (2) 再由數學式去探討，並算出增大 t 、 ω 、 v 三因子皆會使科氏力偏移的效應變的更加明顯點（尤其作用時間更以“平方”成正比地增大）。由此來改良實驗讓科氏力效應變大。
- (3) 試著從日常生活的大、小尺度（遠、近距離運動）科氏力效應或生活周遭的蛛絲馬跡現象來統計，證明科氏力如影隨形作用在運動的物體上或生物體上。也許小尺度不會有那麼明顯的結果（被科氏力輕微捉弄），但只要我們能仔細地加以觀察，都可從一些「蛛絲馬跡」得到印證。
- (4) 科氏力其實是科學家假想出來的一種力，是由於地球自轉造成的。我們盡量從“感覺”去著手，讓它有點“不抽象”。

貳、研究動機

動機一：

當我們在上地理（一上第一章第2節季風與洋流）地球科學（一上第一章第1節地球的風貌），討論到大氣現象（東北季風、西南季風）時，引起我們許多疑問：「地球真的在轉動嗎？為何我們一點感覺也沒有呢？」「地表附近運動會受地球自轉偏向力的影響，而我們卻都沒有察覺到，這是什麼原因呢？」我們為了要得到證明，於是，我們請老師指導、收集資料，進行各項實驗和統計。

動機二：

科氏力是科學家假想出來的一種力，是由於地球自轉所造成，在大範圍的運動，像天氣現象（風、海流），或是發射砲彈，才會十分顯著。在我們日常生活中，是很難感受到科氏力的效應，但並不是沒有，只是科氏力的力量非常小，如果我們能仔細地加以觀察，就可從一些「蛛絲馬跡」得到印證。（尤其老師說：“科氏力之效應”可能影響的範圍竟包括飛彈、季風、洋流、河流、浴盆、爬藤植物、，真有點不可思議!!??）

動機三：

寒假期間，看中天新聞旅遊報導，介紹非洲景點 肯亞，其中有個“景”是當地土著嚮導從 Aberdave 到 Nakuru 途中，會經過地球中心點（赤道），手中水桶（底敲

小洞、裝水、水上浮根草) 會從順時針轉為逆時針的自然奇特景象。更令我們有興趣想瞭解“旋轉的魔力”。

參、研究內容

我們研究主題“偏轉的魔力 科氏力的情形”，為了印證其實際狀況，進行下列研究、實驗、比較、分析：

- 一、觀察家裡的容器、浴盆放水時，水渦流旋轉方向。
- 二、重新控制容器、浴盆和排水口，分析其影響水渦旋轉的因素，進而找出較理想讓科氏力效應顯現出來的容器。
- 三、物體沿著水管向前落下，落點在水管線的左邊或者是右邊？
- 四、由科氏力的數學式來探討科氏力效應（偏移距離）的大小，如何才能讓科氏力效應顯現出來。
- 五、利用研究四的理論，將研究三的實驗改在更高處（慈恩塔）落下，落點會如何？
- 六、觀察統計分析攀藤植物（如牽牛花、皇帝豆）攀緣的方向。
- 七、觀察埔里附近（北半球）河流，北向南河流段，沖刷右岸與左岸比的統計。
- 八、設計類似地球自轉的旋轉圓盤，觀察鐵鋼珠的運動情形。
- 九、由鐵軌來研究北上快速行駛火車，右軌所受壓力較大。
- 十、由資料（世界洋流圖）統計出世界上大小的洋流，其右旋和左旋比。
- 十一、適逢今年 6 月 9 日第一個襲台的中颱康森，其詭異的走徑和轉向，讓我們提心吊膽，而颱風為什麼有時會轉向？

肆、研究過程或方法、結果、討論

研究一：觀察家裡的容器、浴盆放水時，水渦流旋轉方向。

1、方法：來自不同班的 4 位作者，請班上同學幫忙（共計 150 位同學），回家時觀察家中浴盆、洗臉盆、洗碗台放水時，水渦旋轉方向。

2、結果：（同容盆做三次，結果計一次）

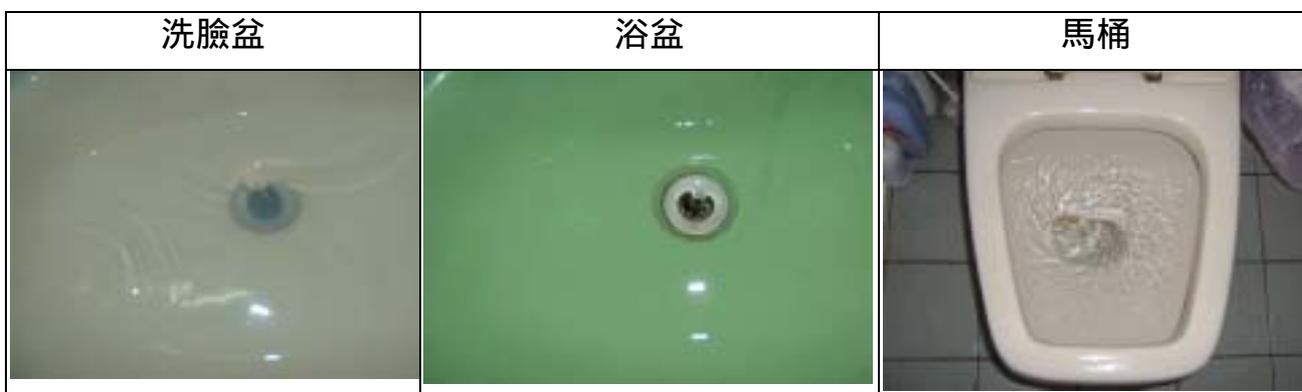
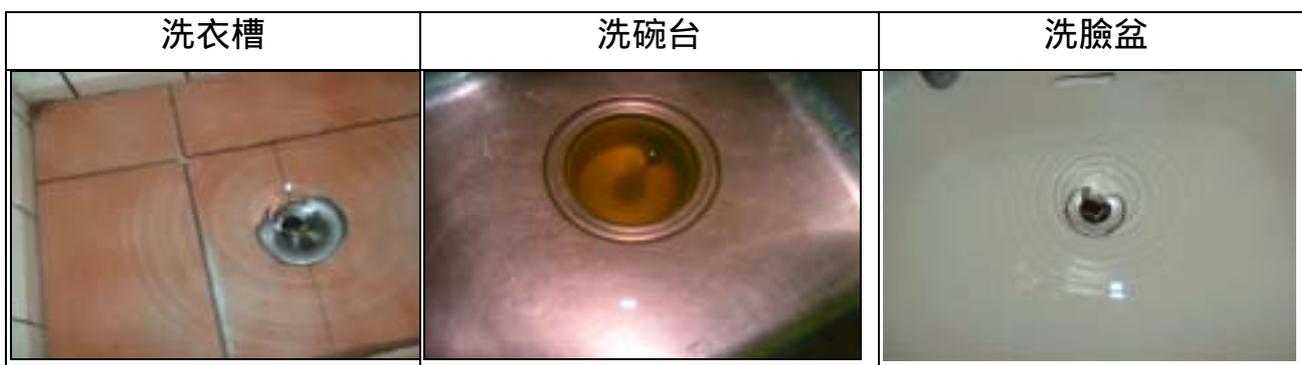
浴盆			洗臉盆			洗碗台			證明科氏力存在		
逆時針	順時針	不定	逆時針	順時針	不定	逆時針	順時針	不定			
5	5	0	6	6	6	8	9	4		9	1
符合度 56.70%			符合度 49.62%			符合度 64.45%				總符合度 57.07%	
42 人家中無浴盆 11 人未回報			11 人未回報			11 人未回報					

不定共 7 人次 有 5 人次不能產生水渦旋轉，和 2 人次順逆旋轉不定。

馬桶的設計為易產生旋渦，大部份都設計成歪沖水口，已失去觀測的意義，不列入觀察。

3、討論：

- (1) 在這次實驗中，我們發現日常生活裡容器、浴盆放水時轉向並不一定，尤其是洗臉盆更甚！跟老師告知的想法（北半球因科氏力作用，而呈現逆時針轉向），符合度有些『偏低』，令我們更想探尋其中奧妙及真正的原因。
- (2) 我們仔細觀察，發現在不同水槽排水時，水流方向不一定是順時針或逆時針旋轉，但同一個水槽，機率卻有近乎百分之百的一致性。因此，影響排水時旋轉的因素不只是科氏力，其槽型與槽的傾斜度，水的擾動，歪出水口都會影響，故重新設計容器讓科氏力影響度增大。



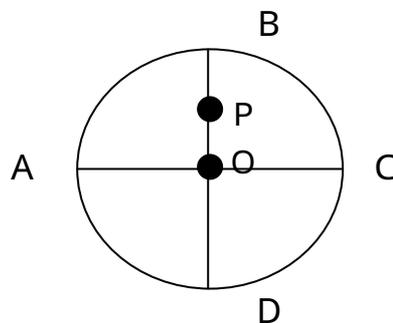
研究二：重新控制容器、浴盆和排水口，分析其影響水渦旋轉的因素，
進而找出較理想讓科氏力效應顯現出來的容器。

1. 工具：紙條、水平儀、止水栓（綁線） 指北針、鑽孔機、小木塊，接水桶。

2. 方法：(1) 找數個大小不同、形狀不同的喜餅盒和一個大的圓形浴盆穿孔,編號如
下面的敘述：

(2) A F 號和 I 號水平放置，將孔塞起來，放入適量的水，待裝完水之後，
等水不擾動就輕輕拉線拿起水栓，並觀察其流向。

(3) G 和 H 號用木塊墊高一邊，成傾斜放置（如下圖所示），將孔塞起來，
並且放入適量的水，待裝完水之後，等水不擾動就輕輕拉線取出水栓，
並觀察其流向。



附註說明：P 為穿水孔、O 為圓心、墊高 D 的位置（墊個小木塊）

3. 編號：
- 第一個為圓形喜餅盒⇒直徑 50 公分，在圓心穿一約直徑 0.6 公分的小孔（編號為 A）
 - 第二個為圓形喜餅盒⇒直徑 30 公分，在圓心穿一約直徑 0.6 公分的小孔（編號為 B）
 - 第三個為圓形喜餅盒⇒直徑 30 公分，在靠邊緣 8 公分上穿一直徑 0.6 公分的小孔（編號為 C）
 - 第四個為圓形喜餅盒⇒直徑 30 公分，在靠邊緣 1 公分上穿一直徑 0.6 公分的小孔（編號為 D）
 - 第五個不是圓形喜餅盒⇒正方形，在正中心上和靠邊緣各穿一直徑 0.6 公分的小孔（編號為 E）
 - 第六個不是圓形喜餅盒⇒橢圓形，在正中心上和靠邊緣各穿一直徑 0.6 公分的小孔（編號為 F）
 - 第七個為圓形喜餅盒⇒直徑 30 公分，在靠邊緣 8 公分上穿一直徑 0.6 公分的小孔，再用木塊墊高一邊（編號為 G）
 - 第八個為圓形喜餅盒⇒直徑 30 公分，在靠邊緣 1 公分上穿一直徑 0.6 公分的小孔，再用木塊墊高一邊（編號為 H）
 - 第九個為大的圓形浴盆⇒直徑 88 公分，在圓心穿一約直徑 0.6 公分的小孔（編號為 I）

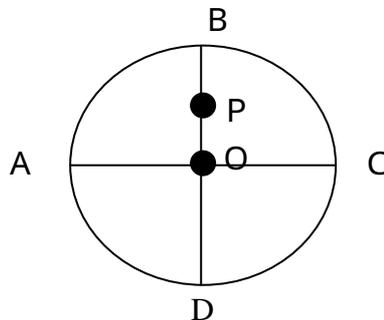
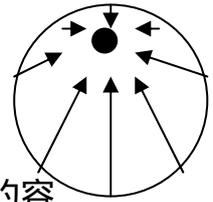
4. 結果 : (同容器重覆做 20 次) (● : 穿水孔)

編號	A	B	C	D	E	
示意圖	50cm 25cm 圓形	30cm 15cm 圓形	30cm 8cm 圓形	30cm 1cm 圓形	48cm 1cm 24cm 正方形 穿孔處	
					側旁穿孔	中央穿孔
	順時鐘	0	0	2	7	4
逆時鐘	20	20	18	13	16	17
證存明在科符氏合力度	100%	100%	90%	65%	80%	85%

編號	F		G			H			I
示意圖	38cm 1cm 19cm		30cm D 8cm 圓形			30cm D 1cm 圓形			88cm 44cm 圓形
	穿孔處		墊高處			墊高處			
	中央穿孔	側旁穿孔	D 左	D 點	D 右	D 左	D 點	D 右	
順時鐘	0	1	3	4	19	6	8	12	0
逆時鐘	20	19	17	16	1	14	12	8	20
證明科符氏合力度存在	100%	95%	85%	80%	5%	70%	60%	40%	100%

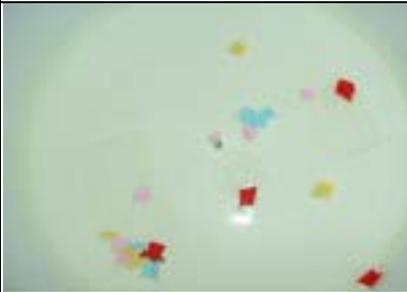
5、討論：(本研究耗很多時間去兩兩比較分析，得到下列結論，也額外做了不少實驗。)

- (1) 原穿一約直徑 1.4 公分的小孔，效果較差；後改成直徑 0.6 公分的小孔，符合效果更佳。(方同學做實驗發現有時太大的孔如：1.4, 1.6 公分、較無法產生旋渦，推測其原因 放水的速度太快，排水的時間太短，微小的科氏力無充足的時間去影響。)(方同學也發現有時太小的孔如：0.4, 0.3 公分、也較不易產生旋渦，推測其原因 出水孔口處的摩擦力和附著力皆會影響出水的順暢，修飾一下出水口，讓出水越順，就可產生旋渦)
- (2) 水槽缺乏平底和圓對稱，它的卵形形狀和歪的放水口，其所造成的歪向流失會影響到「北半球科氏力向右旋轉的偏向效應」，並且由實驗結果可看出洗臉盆、編號 G 及 H 容器的誤差最甚。
- (3) 放水口從側旁改在中央，這樣會使順時針轉變為逆時針。推測其原因 會減少容器形狀對排水的影響，既減少歪流的效應。
- (4) 除去墊高物，這樣會使順時針轉變為逆時針。推測其原因 減少歪流的效應。
- (5) 放水的速度變慢，排水的時間就拉長，這樣會使順時針轉變為逆時針。推測其原因 微小的科氏力較有充足的時間去影響。
- (6) 編號為 G、H 的實驗，多做用木塊墊高偏 D 左和偏 D 右的兩實驗，結果更增加其不穩定性，經研討發現 當容器底部是傾斜，因流體本身的重量，使流體沿傾斜獲一加速度，而更影響水渦流。
- (7) 經由實驗發現，盆的口徑越大，其底越平，形狀越對稱，放水的速度越慢（及放水口越小），放水口越中央，所做出來的結果就越符合 「北半球科氏力向右旋轉（逆時針）」。如：編號為 I、A、B 的容器竟高達百分之百的符合度。
- (8) 我們將洗水槽放水時，大部分的人會不假思考 因科氏力使其水渦流呈現逆時針（北半球），其實做過此實驗，我們就發現尚有其他因素存在（如：槽形、槽的傾斜度、孔的大小、孔的位置、），這些的因素都需列入考量，如此一來就更能釐清了。



附註說明：P 為穿水孔、O 為圓心、墊高 D 的位置（墊個小木塊）

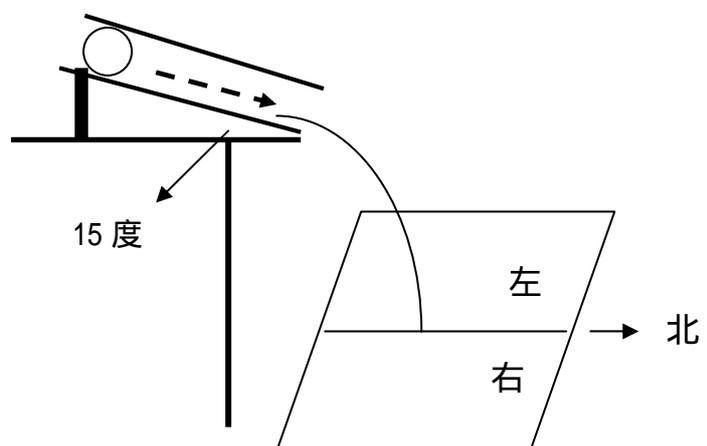
- (9) 水要重複使用，可用接水桶接回，不要浪費水資源。
- (10) 值得一提，後來吳、蔡同學發現水流塞子設計在底的外面，由底拔掉塞子時，更不影響容器中的水流，可把水的擾流減到最低，更增加了符合度。

鑽孔機、大小不同、形狀不同的喜餅盒	大的圓形浴盆	圓形喜餅盒
		
圓形喜餅盒	圓形喜餅盒	圓形喜餅盒
		

不是圓形喜餅盒	圓形喜餅盒
	

研究三：物體沿著水管自由落下，落點在水管線的左邊或者是右邊？！

- 1、方法：帶著水管、鋼珠 20 顆、紙（貼上應有的坐標）、貼布、複寫紙、指北針。
- 2、做法：如圖所示。面向北方，利用高度的不同，測量水平偏移的距離，記錄分析之。（複寫紙紀錄鋼珠落點改成鋼珠染廣告顏料落在壁報紙上，較易觀察）



3、分析表：

管底高	1 公尺		2 公尺		3 公尺		4 公尺		7 公尺		證明科氏力的存在
	左偏	右偏									
第一次 長水管	11	9	12	8	8	12	13	7	13	7	總符合度 57%
第二次 短水管	6	14	11	9	10	10	8	12	11	9	

4、討論；

- (1) 本實驗即不太符合「北半球科氏力向右偏轉」。
- (2) 本實驗不符合的原因，推測可能是由於距離太短，科氏力影響又極小，幾乎沒有足夠時間來影響這麼短距離的運動，效果當然不佳。
- (3) 蔡、方同學另外做時發現角度越平，左偏次數會增加，符合度稍好，推測其原因可能是科氏力有較多點時間來影響，不過增加次數介於 1 至 2 間，不再列表記錄。
- (4) 因不能符合，故同學們更想知道，地球科氏力的大小值到底有多少，於是我們請老師教我們研究四。



研究四：由科氏力的數學式來探討科氏力效應（偏移距離）的大小，如何才能讓科氏力效應顯現出來。

1、工具：高中和大學用書、紙、筆。

2、以數學式來表示科氏力：

查閱理論力學可以得知，科氏力（ F ）等於坐標系之角速度（ ω ）與物體的運動速度（ V ）之向量外積的 2 倍，乘以物體的質量，再加上負號（負號代表方向跟 $\vec{\omega} \times \vec{V}$ 的方向相反），這即是 $\vec{F} = -2 \cdot M \cdot \vec{\omega} \times \vec{V}$ 。而科氏力的大小就等於 $2 \cdot M \cdot \omega \cdot V \sin \theta$ ，其中 θ 為物體運動速度與坐標系轉動角速度（若為逆時針 ω 方向向上，順時針 ω 方向向下）之夾角。

3、探討科氏力的大小：

探討 $F = 2 \cdot M \cdot \omega \cdot V \sin \theta$ 的大小，因為 ω （旋轉高速度）等於 $2\pi/T$ ；地球每 24 小時自轉一圈，因此地球的角速度為 $2\pi/86400 = 0.000073$ 徑 / 秒，這個值相當的小，所以一般運動中物體乘上角速度 ω ，其科氏力相對的也變小了，除非也“加大速度”或者是“加大角速度”，才會有可能使科氏力變大。

4、探討科氏力效應（偏向距離）的大小：

$$X = 1/2at^2 \text{ - - - - - (1)} \qquad F = ma \text{ - - - - - (2)}$$

由 (1)(2) 可解出 $X = F(t^2/2m)$

故偏向位移與科氏力（ F ）大小成正比，與時間平方成正比。如果想測出較明顯偏移的距離，就讓科氏力變大、時間變長。

5、探討正弦值 $\sin \theta$ 的影響：

$$\theta = 0 \text{ 度} \qquad \sin \theta = 0$$

$$\theta = 0 \text{ 度} \quad 90 \text{ 度} \qquad \sin \theta = 0 \quad 1$$

$$\theta = 90 \text{ 度} \qquad \sin \theta = 1$$

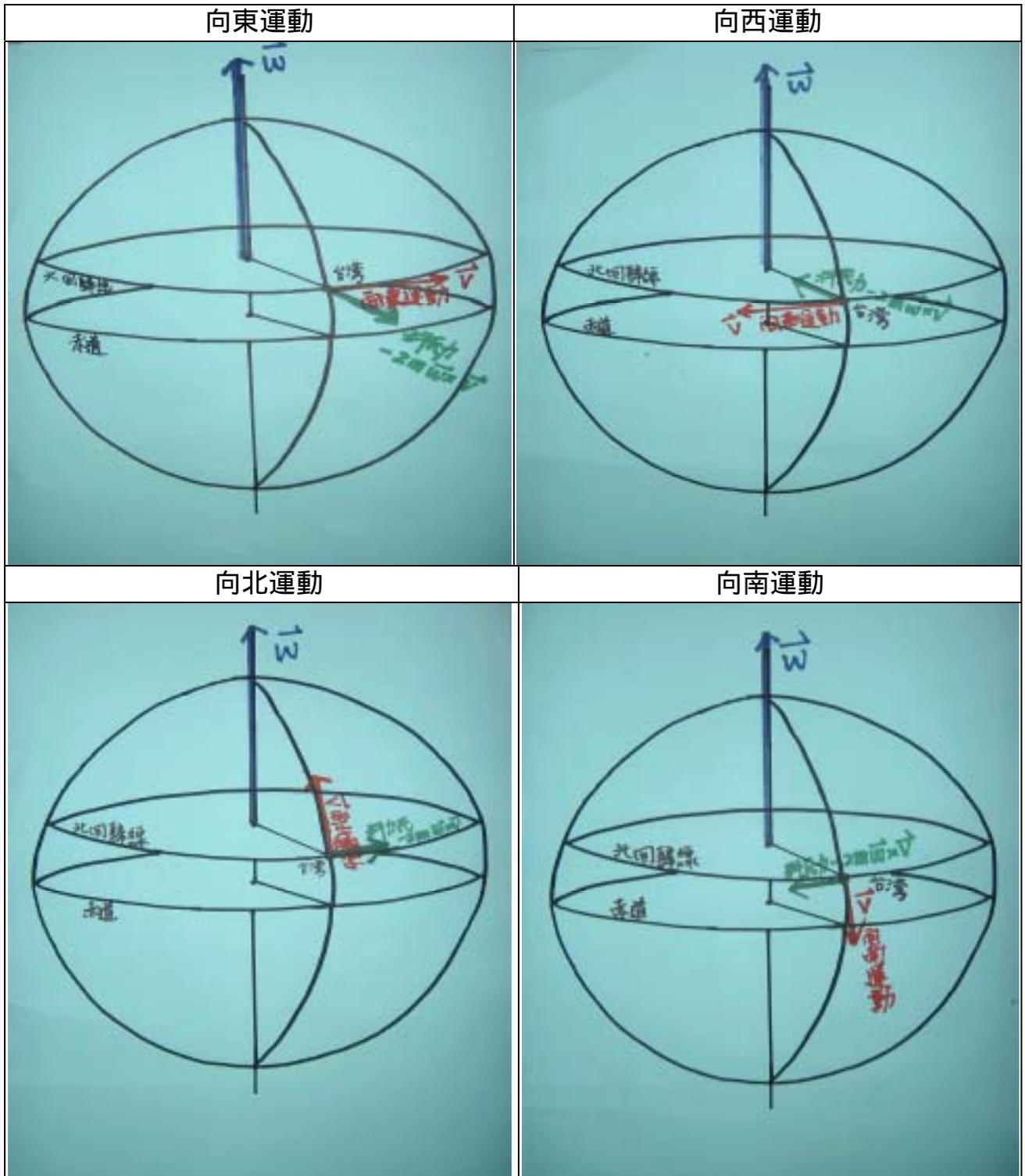
盡量保持角速度的方向（順時針向下，逆時針向上）與速度的方向呈現垂直，以防科氏力的減少。

由下列四個圖發現在台灣向東、向西運動，其所受的科氏力最大（ ω 與 V 垂直），但偏移的效應為斜向上和斜向下，不好測量。而向北、向南運動，其所受的科氏力不是最大（ ω 與 V 未垂直），但偏移的效應為向右和向左，較好測量。

圖示藍色為 ω 坐標系之角速度的方向

圖示紅色為 V 物體的運動速度的方向

圖示綠色為 $\vec{F} = -2 \cdot M \cdot \vec{\omega} \times \vec{V}$ 科氏力的方向



註：科氏力方向的比法 ——→ 手張開，四指由伸直 ω 方向轉至 V 的方向，拇指所指的相反方向，既是科氏力方向。

6、經過這一次的研討以後，我們清楚地知道了：

地球自轉時“角速度”太小了（ ω 只有 0.0000073 徑/秒），而導致科氏力的偏轉

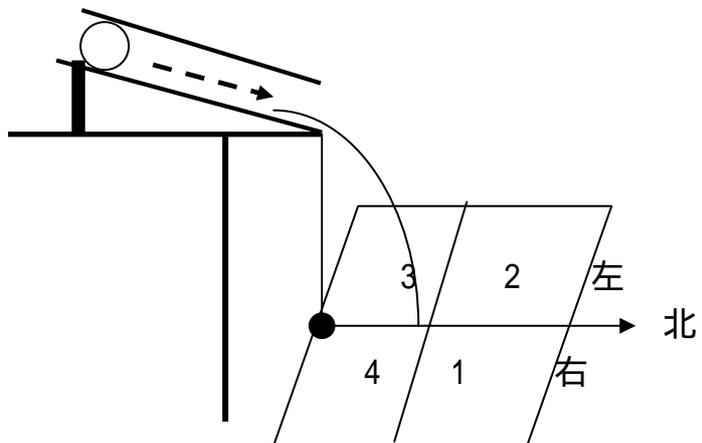
不明顯，從偏移的距離 $X = F(t^2 / 2m) = (t^2 / 2m) \cdot 2 \cdot m \cdot \omega \cdot V \sin \theta = t^2 \cdot \omega \cdot V \sin \theta$ 公

式中，可得知只要增大 t 、 ω 、 V 三因子皆會使科氏力偏移的效應變的更加明顯點。尤其作用時間更以“平方”成正比地增大。

⇒ 結論：只要增大 t 、 ω 、 V 三因子皆會使科氏力偏移的效應變的更加明顯點。尤其作用時間更以“平方”成正比地增大。

研究五：利用研究四的理論，將研究三的實驗改在更高處（慈恩塔）落下，落點會如何？

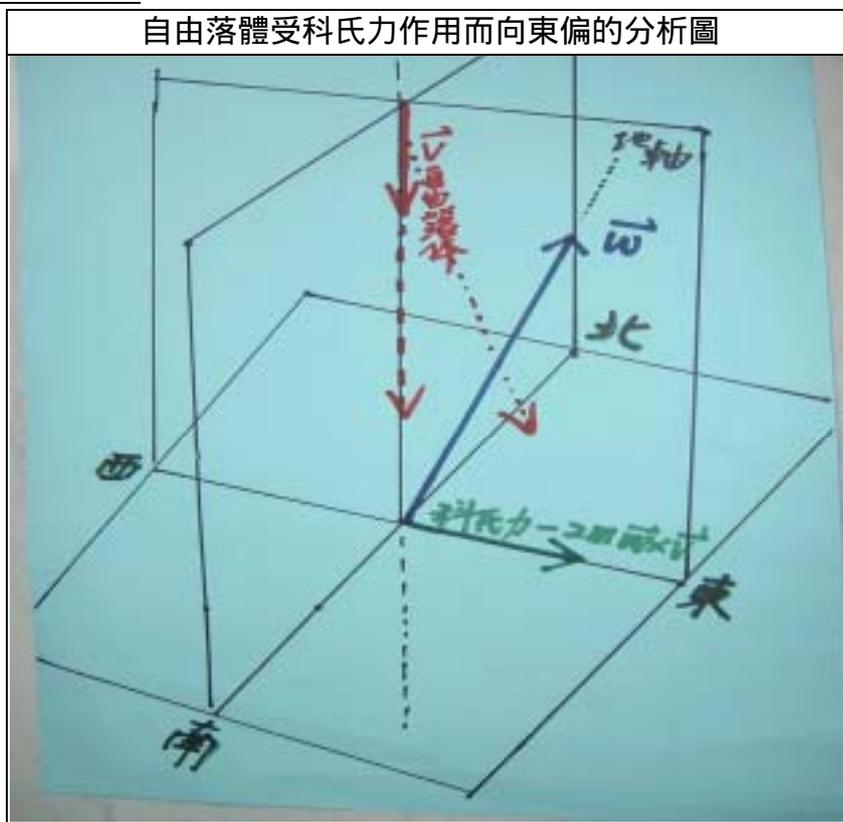
- 1、方法：（1）由研究四得知，想使科氏力偏移的效應變的更明顯點，可從作用時間、旋轉的角速度、運動體的速度著手。
- （2）將研究三的實驗改在更高點，以增加作用時間和運動體的速度，（但要注意安全）。
- （3）利用假日，煩請蔡同學的家長（其家長在日月潭工作）帶我們驅車前往慈恩塔做實驗。
- （4）帶著地毯（貼上座標，使其成為四個象限）和鉛垂、長線、鋼珠（50顆）、紙、複寫紙、尼龍線、布尺、指北針前往（如下圖所示）。（複寫紙紀錄鋼珠落點改成鋼珠染廣告顏料落在壁報紙上，較易觀察）。
- （5）面向北方，因研究四討論 5 第二個 的敘述之故。（因落下有水平分量，讓它產生右偏效應，較好測量。）



2、分析表：(投 40 顆鋼珠)(重覆做 3 次，以四捨五入法取平均值)

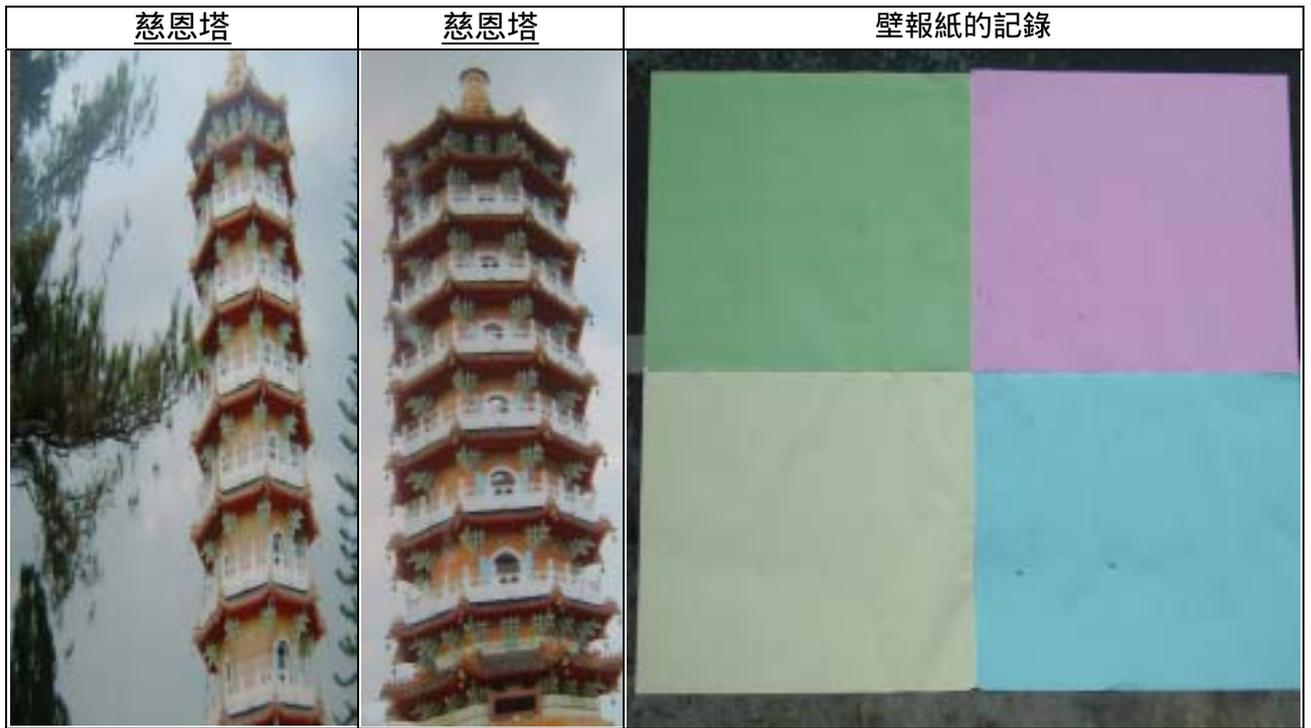
塔高		19 公尺 (3 層樓)		31 公尺 (6 層樓)		證明科氏力的存在 (1) 19 公尺的總符合度為 67.5%。 (2) 31 公尺的總符合度為 72.5%。 (3) 總符合度為 70%。
第一象限	東北	11 顆	平均偏移 Y 軸 1.15 公分	18 顆	平均偏移中心 1.94 公分	
第二象限	西北	2 顆		3 顆		
第三象限	東南	10 顆		8 顆		
第四象限	西南	16 顆	平均偏離中心 0.78 公分	11 顆	平均偏離中心 1.06 公分	
Y 軸上	中心	1 顆		0 顆		
西偏平均距離		較小		較大		

3、分析圖



4、討論：

- (1) 曾在學校頂樓做過此實驗，但是符合度不高，只有 57% 或 46%。因蔡同學的家長工作之便，因此決定改在更高的慈恩塔，結果符合度提昇至 67.5% 或 72.5%，由此可知高度不夠是會影響科氏力的作用時間和運動體的速率。
- (2) 本實驗只要偏東（在第一、四象限）即符合「北半球科氏力向右偏轉」。
- (3) 高度越高，符合度也越高，偏東的距離也越大，再一次證明科氏力效應存在。
- (4) 本實驗水管角度儘量越平、水管長度儘量越長，以增加水平速度分量，效果會較佳。



研究六：到埔里農村，調查攀藤植物（如：皇帝豆、豌豆、 、 ）攀緣的方向。

1．方法：到班上同學家或親朋好友的農家，調查其攀緣的方向。

2．結果：

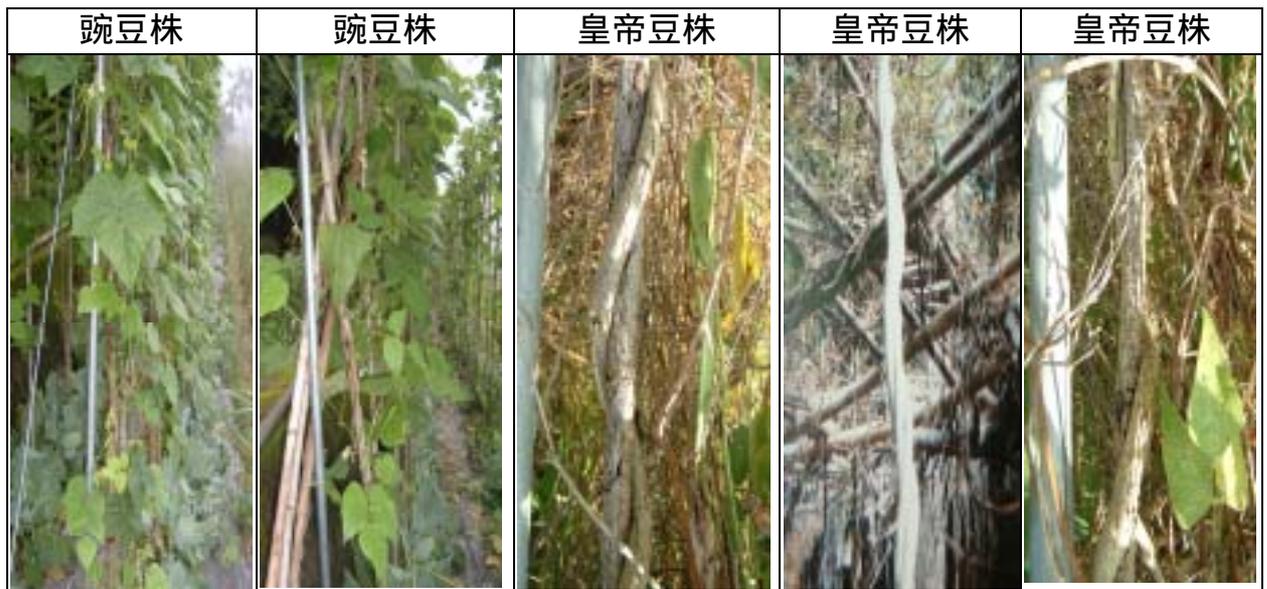
攀緣的方向	豌豆株	葡萄株	皇帝豆株	牽牛花株	證明科氏力的存在
逆時針	137	17	24	34	總符合度為 70.67%
順時針	58	4	11	15	
攀緣的方向	胡瓜鬚	百香果鬚	絲瓜鬚	扶手瓜鬚	證明科氏力的存在
逆時針	134	121	148	38	總符合度為 62.91%
順時針	72	69	101	18	

3．討論；

- (1) 統計結果，發現大致符合「科氏力北半球向右偏，會形成逆時針」，得以證明科氏力的存在。
- (2) 影響逆時針的嫌疑者 有日光的方向、生長激素、風力、 、 等，都會影響其結果。
- (3) 我們另外的統計，發現各株攀緣的部分，“野生植物” 明顯比 “農夫所種植的植物” 符合度高。推測其原因 有人為因素的存在（因在幼苗時期農夫會加以線綁）。 野生植物的符合度約 74.57%

- (4) 據我們的另一項統計，我們也發現同種的植物攀緣的狀況，其符合度“甲地”比“乙地”來的明顯許多。推測其原因 日照方向的不同和不均勻、以及其他的因素，都會影響其結果。
- (5) 莖比鬚符合度高，推測其原因 可能長得慢，較粗，也較不易受外在因素的影響。
- (6) 方同學建議可以自己種植，把受外在因素降至最低，會更正確探討出科氏力的存在。老師覺得很有科學實驗概念(控制、操作變因觀念)，值得一記，基於種植場地和冗長時間而做罷。





研究七：觀察埔里附近烏溪及其支流，有北向南流段，冲刷東岸和西岸較厲害段的統計。

1、方法：請老師開車，帶著羅盤，並且我們沿著烏溪、史港溪、眉溪及其支流，記載並且統計之（符合南北向，彎曲小段計1次）。

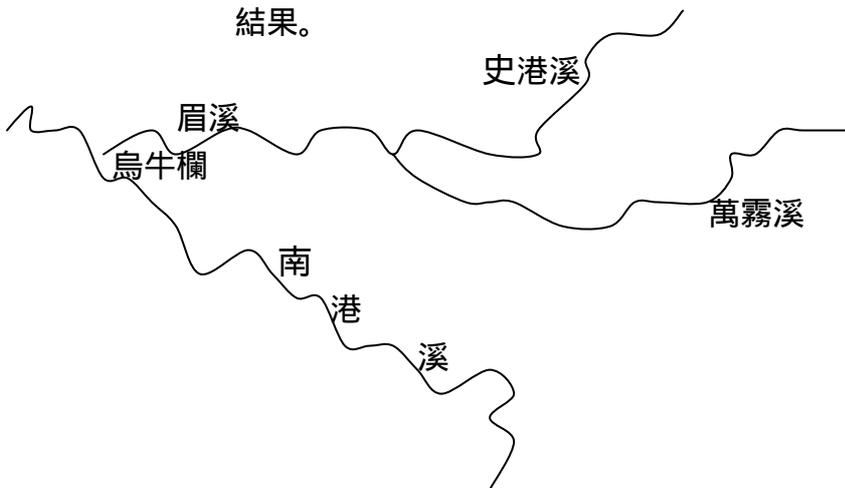
2、結果：

河流	眉溪		萬霧溪		南港溪		史港溪		證明科氏力的存在 總符合度為 68.29%
冲刷岸	西岸	東岸	西岸	東岸	西岸	東岸	西岸	東岸	
統計	1	1	3	9	4	5	4	3	
符合度	78.57%		69.23%		55.56%		60.00%		

3、討論：(1) 由統計結果看出，還是大致符合『科氏力北半球向右偏』的現象，再次得以證明『科氏力效應』存在。

(2) 由實驗結果可發現，河流越下游、越平緩、水量越大，越符合『科氏力北半球向右偏』的效應。如眉溪。

(3) 詳細探究、相互比較發現 地形的陡度、水流量多寡、水流速都會影響其結果。



伍、結論

- (1) 我們將洗手台的塞子拿掉時，除了向下洩漏外，尚有漩渦狀出現，有時順時鐘，有時逆時鐘旋轉。有人認為那是"科氏力"所致；有人認為那跟洗手台各位置摩擦力及形狀阻力不同和初始狀態有關；但更有人認為那根本是無稽之談(北半球的排水孔排水時，水一定會以逆時鐘旋轉，根本是無稽之談)；故我們為了求證進行一系列的實驗，不難發現：假設容器為水平放置，且盆底完全水平、外型越對稱，出水口的位置越中央，出水口越小，則會讓科氏力影響度變大(近乎百分之百符合)；而讓出水口的位置及方向所造成的拖曳黏滯力及形狀不對稱所造成的不同阻力和加速力等環境因素的影響力變小，更能感覺科氏力的蛛絲馬跡存在。我們的結論是：小範圍的水流旋轉方向，主要係受到環境因素(容器形狀、底部平否、出水口的位置及方向、、、)的影響所致，但只要巧思設計讓「科氏力」大小並不足以影響小小漩渦的旋轉方向變成足以影響。
- (2) 由於地球自轉角速度太小，科氏力較不明顯，必須速度很快的運動體(如飛彈)，或質量很輕且大尺度的運動體(如季風)才會較明顯。
- (3) 對於近距離的運動，科氏力影響極小，因為科氏力幾乎沒有足夠時間來影響這麼短距離的運動，但不是沒有，只是影響較其他環境因素小。我們所做實驗，實際測試看看，結果發現其符合度皆有過半，證明它如影隨形地作用著。
- (4) 科氏力的發生，是必須在大尺度才有明顯的結果，對任何一個環繞地表的遠距離運動都會受到它的嚴重捉弄。如：在第二次世界大戰期間，德軍用他們引以自豪的射程為 1 1 3 千米的大砲轟擊巴黎時，懊惱地發現砲彈總是向右偏離目標。直到那時為止，他們從沒擔心過科氏力的影響，因為他們從沒有這樣遠距離的開火。
- (5) 科氏力的發生，若在小尺度就不會有明顯的結果，對任何一個地表的近距離運動也會受到它的輕微捉弄。如：從籃球場地的一邊把籃球拋到另一邊會偏移 1.3 公分。
- (6) 科氏力是一個重要但又容易被一般人所忽視的力，例如：在北半球台灣火車由南向北快速行駛右軌上所受壓力要較大些；在北半球台灣由南向北的河流東岸受沖刷較厲害；在北半球台灣的東岸遇東北季風產生的沿岸流也會偏右而轉向沿岸，造成沿岸水位增高；、、、這些現象都可用科氏力解釋。
- (7) 科氏力的原理簡單說，因地球自轉赤道速度最大，隨著緯度越高，旋轉速度越來越小，到極點減為零，因在速度不同處移動因慣性而向前，向後偏轉之故。科氏力的特性
- (a) 偏向力永遠和運動體垂直，北半球偏右，南半球偏左，故它影響運動的方向而不會影響運動的速率。
 - (b) 偏向力大小隨著緯度不同而更改，兩極最大，再赤道上為零。
- 由研究四可發現：網路上有人張貼、課本也有人記載在赤道上不會有科氏力是錯誤。應改為在赤道上若往南北移雖無科氏力，但往東西移仍有科氏力。
- (8) 科氏力的方向總是與物體運動方向垂直，如影隨形作用在運動的物體上，卻找不到這個如影隨形的施力者在何處... 凡力皆有施力者，現在卻跑出一個沒有明確施力者

的力，違反我們國中『力的定義』，這是因為我們觀測者處在自轉地球的加速度座標系，感覺到科氏力存在。如果是在慣性座標系觀測（地球外慣性座標系的人而言），科氏力是不存在的，該物體根本沒有受到外力。從這個角度看，科氏力的確是“如真包換”的力。

- 我們觀測者處在自轉地球的加速度座標系——→看到的卻是曲線（因為你跟地球一起自轉）為了說明我們觀測球的曲線運動，我們假想有一個力它會使球轉彎來符合我們觀測的結果，這個力稱為科氏力。
- 我們若在慣性座標系觀測（地球外慣性座標系的人而言）——→看到的卻是直線運動，其實在地球外慣性座標系的眼中是沒有科氏力的！

- (9) 科氏力並不真是一種力，它只不過是慣性的結果，和離心力一樣是一種假想力。當科學家在討論為到自然現象時會遇到偏轉的怪現象，科學家假想出來的一種力，是由於地球自轉造成。
- (10) 咱們人類大部分都缺乏旋轉座標的直覺。老師說等以後接觸到大學的古典力學後，利用向量分析與座標轉換時，才能更進一步來分析這個現象。
- (11) 許同學問及“科氏力原理”有否應用的功用，查網路竟發現：大尺寸晶圓塗佈機制，是利用提高注液時的轉速，可使科氏力影響趨明顯，進而提升液膜的平坦度，消除不穩定的影響、、、真是天生“現象”必有用。（此結論（11）是清大周復初教授的網站的張貼）

陸、參考資料

-
- (1) 一基礎地球科學：季風與颱風
 - (2) 高二下物質科學地球科學篇：氣旋與反氣旋
 - (3) 大一物理：科氏力 Coriolis Force
 - (4) 大二理論力學、應用力學：科氏力 Coriolis Force
 - (5) 科學人雜誌
 - (6) 牛頓科學學習百科：地球篇
 - (7) 新世紀地球科學學習百科
 - (8) 台灣師大物理系物理問題討論區網站
 - (9) 北一女中地球科學學習網站
 - (10) 陳奇珍編輯的海洋學、環球書局印行

評語

030506 國中組地球科學科 佳作

如影似真的偏轉魔力—科氏力

本作品利用自行設計的各種盛水容器盛滿水後觀察排水時之旋轉方式，也觀察植物莖生長情形及河流沖刷與科氏力的關係，發現大部分自然現象能符合，參展同學說明時非常清楚，表達能力不錯。