中華民國第54屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組　生活與應用科學科

第三名

030807

喝水鳥能源運用

學校名稱：新北市立安溪國民中學

作者：	指導老師：
國二 盧沁婕 國二 蘇靖涵 國二 陳姵蓉	劉明元

關鍵詞：喝水鳥、綠能源、磁生電

摘要

我們藉由喝水鳥的擺動，造成線圈與磁場相對運動，依據法拉第及冷次定律，產生感應電流。

由於喝水鳥是透過溶液揮發進行能量轉換，因此推測濕度對其有影響，經實驗證明乾燥時喝水鳥的效率較潮溼時高。

我們以酒精燈加熱喝水鳥周圍環境溫度，探討溫度對它的影響。經實驗後證實環境溫度也是影響喝水次數的因素。環境溫度過低，喝水鳥的喝水次數會降低。

我們將“讓喝水鳥**多喝水**”設為目標，因推測溶液會對其喝水次數產生影響，所以我們調配了多組不同的溶液進行實驗。發現 95%的乙醇效果最好。

結合以上實驗，發現喝水鳥裝置在溫度高、乾燥的地方，喝 95%的乙醇，效果會最好，因此希望能發展成”利用室溫環境熱能來發電”的綠能產品。

壹、 研究動機

記得當時，剛看到喝水鳥這個從未見過的新奇科學玩具時，覺得實在是太神奇了！只要提供喝水鳥一杯溶液，它就能夠反覆動作，規律地喝水。我們好奇的上網查出喝水鳥運動的原理，並在了解其原理後，突發奇想，利用喝水鳥的這個特性，將其原理與電磁感應結合，使之成為一種發電裝置。

貳、 研究目的

一、 了解喝水鳥的原理。
二、 探討改變環境濕度對喝水鳥的影響。
三、 探討改變環境溫度對喝水鳥的影響。
四、 觀察不同溶液對喝水鳥喝水及擺動次數的影響。
五、 探討磁生電的原理。
六、 研發喝水鳥小型發電裝置。

參、 研究儀器、藥品及器材

儀器：毫安培計、伏特計、碼表。
藥品：乙醇、丙酮。
器材：線圈與磁鐵、自製發電裝置、喝水鳥(如下圖 1)。

(圖 1)

肆、 研究過程及方法

一、 喝水鳥的原理

喝水鳥的頭上覆蓋著絨布，身體裡裝有染色的二氯甲烷，二氯甲烷是在室溫下易蒸發的揮發性液體。

因本身玻璃管內是真空的，所以在管內放入二氯甲烷後，管內就只剩二氯甲烷和二氯甲烷蒸氣。

直立時是喝水鳥的平衡狀態。將其頭部浸入溶液中，放開手，它會因為重心在下方而回復直立狀態。

喝水鳥頭部的絨布因吸水而浸濕，水份蒸發會將熱量帶走，使得頭部玻璃球內的溫度降低，造成頭部玻璃球的氣壓低於尾部玻璃球的氣壓，所以肚子玻璃球中的液體因壓力差被擠壓到頭部。當有足夠的液體被擠壓到頭部時，喝水鳥的重心上移，就會讓喝水鳥低頭喝水。低頭後，身體接近水平，使得身體的玻璃球內的氣泡，由管子上升到頭部，兩邊的氣壓達成平衡，而液體則由頭部流回肚子。喝水鳥回復直立狀態，重複新一次擺動循環。

二、 環境濕度的影響

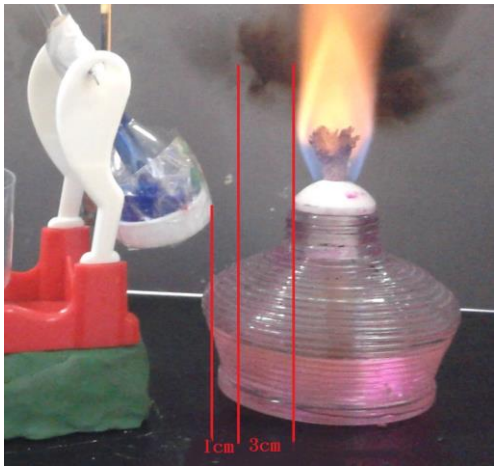
(一)、 我們在雨天時(相對潮濕狀態)，用水來測量喝水鳥一分鐘的喝水次數及擺動次數。 另在密閉空間裡利用除濕機連續除濕六小時(即相對乾燥環境)，測量喝水鳥一分鐘的喝水次數及擺動次數。

三、 環境溫度的影響

(一)、 以酒精燈改變喝水鳥周圍環境溫度，並觀察其對喝水鳥的影響。

1. 在喝水鳥及酒精燈周圍放置擋風板
2. 測量酒精燈放在喝水鳥尾部加熱的最佳距離(如圖 2)
3. 利用最佳距離測量一分鐘喝水次數及擺動次數

（註：最佳距離為喝水鳥尾部與酒精燈最適合的距離，不會因太近而加熱過度，也不會因過遠而沒有成效。）



(圖 2)

四、　溶液的影響：

(註：喝水次數是喝水鳥倒下去喝水的次數；擺動次數則是它直立搖擺的次數。)

1. 利用冰塊將環境溫度調至 27.5℃，並在乾燥之環境下進行實驗。
2. 純水：
   以量筒取 100ml 的水，以 1 分鐘為測量時間，計算喝水鳥喝水次數及喝一次水的擺動次數，並記錄其結果。
3. 乙醇 20%：
   以量筒取 20ml 的乙醇，加水加到總體積為 100ml，調配成濃度 20%的乙醇溶液，以 1 分鐘為測量時間，計算喝水鳥的喝水次數及喝一次水的擺動次數，並記錄其結果。
4. 乙醇 40%：
   以量筒取 40 ml 的乙醇，加水加到總體積為 100ml，調配成濃度 40%的乙醇溶液，以 1 分鐘為測量時間，計算喝水鳥的喝水次數及喝一次水的擺動次數，並記錄其結果。
5. 乙醇 60%：
   以量筒取 60 ml 的乙醇，加水加到總體積為 100ml，調配成濃度 60%的乙醇溶液，以 1 分鐘為測量時間，計算喝水鳥的喝水次數及喝一次水的擺動次數，並記錄其結果。
6. 乙醇 80%：
   以量筒取 80 ml 的乙醇，加水加到總體積為 100ml，調配成濃度 80%的乙醇溶液，以 1 分鐘為測量時間，計算喝水鳥的喝水次數及喝一次水的擺動次數，並記錄其結果。
7. 乙醇 95%：
   以量筒取 100 ml 的乙醇，以 1 分鐘為測量時間，計算喝水鳥的喝水次數及喝一次水的擺動次數，並記錄其結果。

8. 丙酮 20%：
以量筒取 20 ml 的丙酮，加水加到總體積為 100ml，調配成濃度 20%的丙酮溶液，以 1 分鐘為測量時間，計算喝水鳥的喝水次數及喝一次水的擺動次數，並記錄其結果。

9. 丙酮 40%：
以量筒取 40 ml 的丙酮，加水加到總體積為 100ml，調配成濃度 40%的丙酮溶液，以 1 分鐘為測量時間，計算喝水鳥的喝水次數及喝一次水的擺動次數，並記錄其結果。

10. 丙酮 60%：
以量筒取 60 ml 的丙酮，加水加到總體積為 100ml，調配成濃度 60%的丙酮溶液，以 1 分鐘為測量時間，計算喝水鳥的喝水次數及喝一次水的擺動次數，並記錄其結果。

11. 丙酮 80%：
以量筒取 80 ml 的丙酮，加水加到總體積為 100ml，調配成濃度 80%的丙酮溶液，以 1 分鐘為測量時間，計算喝水鳥的喝水次數及喝一次水的擺動次數，並記錄其結果。

12. 丙酮 100%：
以量筒取 100 ml 的丙酮，以 1 分鐘為測量時間，計算喝水鳥的喝水次數及喝一次水的擺動次數，並記錄其結果。

13. 統整以上所有實驗的平均喝水次數及喝一次水的擺動次數，並列出表格。

五、 磁生電

(一)、 法拉第定律

線圈和磁場發生相對運動，會產生感應電流。線圈磁通量改變越大，產生的感應電流越強。

(二)、 冷次定律

當磁鐵通過線圈時，線圈會為了維持原來的磁場狀態，而產生對抗磁場，因而產生感應電流。

六、 發電裝置

(一)、 原始裝置

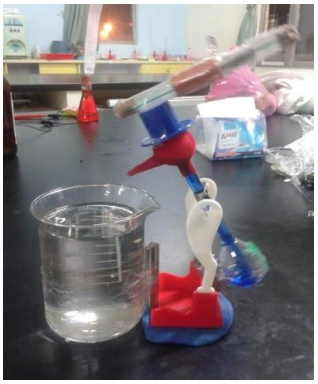
1. 線圈裝置（如下圖 3、4）
   (1) 取一粗吸管。
   (2) 以細漆包線纏繞 2500 圈在吸管上。
   (3) 用砂紙磨掉線頭的絕緣漆。

(4) 將做好的線圈裝上 LED 燈，並以膠帶固定。
(5) 將強力磁鐵裝入吸管中。
(6) 再把吸管兩端塞上軟木塞，以免管中的強力磁鐵掉出。
(7) 貼上膠帶固定軟木塞。

（線圈裝置↑）（圖 3）

（發電時↑）（圖 4）

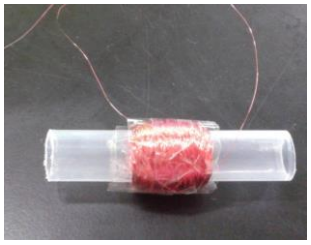
2. 組裝（如下圖 5）
(1) 將線圈裝置固定於喝水鳥的頂部。
(2) 將與線圈裝置等重的磁鐵固定於喝水鳥底部。
(3) 將另一磁鐵同名極對向固定於喝水鳥底部的磁鐵，並將另一極固定於燒杯。



（圖 5）

(二)、 二代裝置

1. 線圈（如下圖 6）
(1) 取一針筒，並將針筒裁 12cm。
(2) 以細漆包線纏繞 2500 圈在針筒上。
(3) 用砂紙磨掉線頭的絕緣漆。



（圖 6）

2. 組裝　（如下圖 7）

(1) 取一膠水罐並割開底部。

(2) 以黏土塞住膠水罐與蓋子交接處。

(3) 將兩個壓克力量角器以丙酮去除刻度並黏合。

(4) 將其中間割一個與膠水罐同面積的圓及一個扇形開口。

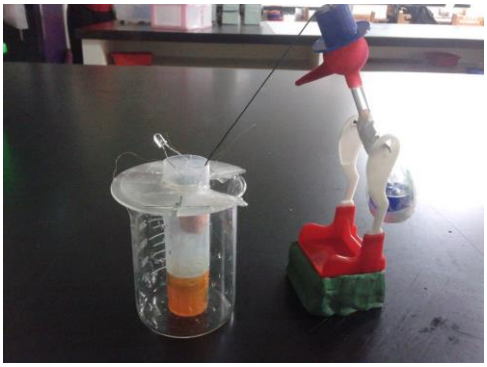
(5) 把量角器兩片夾著膠水罐並黏合。

(6) 將線圈裝置放入膠水罐中。

(7) 再將膠水罐放入燒杯。

(8) 將磁鐵以棉線繫在喝水鳥頭上。

(9) 以鐵釘當作定滑輪改變棉線的運動方向。



（圖 7）

(三)、　三代裝置

1. 線圈

(1) 取一針筒，並將針筒裁 12cm。

(2) 以細漆包線纏繞 2500 圈在針筒上。

(3) 用砂紙磨掉線頭的絕緣漆。

(4) 將針筒鋸成與線圈等寬的環狀外殼，並套至線圈上。

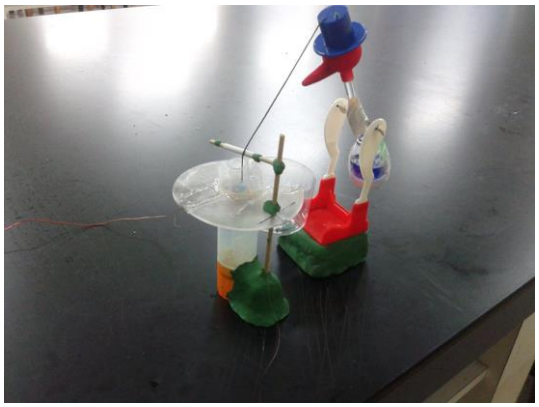
2. 組裝（如下圖 8）

(1) 將鐵釘改為塑膠輪軸。

(2) 用竹筷製作放置塑膠輪軸的支架。

(3) 將第二代裝置的量角器割一個缺口以固定支架。

(4) 裝水容器改為黏在量角器的下方。



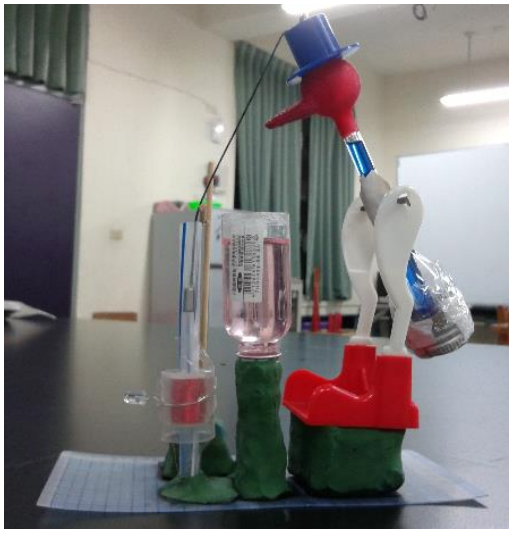
（圖 8）

(四)、　四代裝置

1. 線圈（如下圖 9）
   (1) 取一粗吸管。
   (2) 將 3500 圈的漆包線圈套上吸管
   (3) 用砂紙磨掉線頭的絕緣漆。

(圖 9)

2. 組裝（如下圖 10）
   (1) 去除膠水罐和量角器。
   (2) 將盛裝溶液的塑膠杯放置於黏土之上。
   (3) 將支架改為竹籤。



（圖 10）

(五)、　第五代裝置

1、 磁鐵和線圈裝置

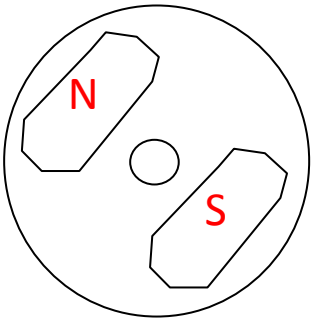
(1) 將兩個電腦硬碟拆開。

(2) 取出其中的磁鐵及線圈裝置(如下圖 11、12)

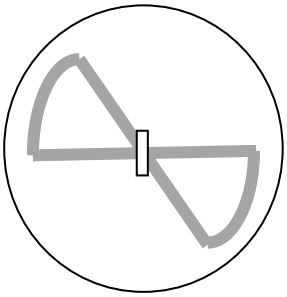
(3) 將拆下的兩組磁鐵及線圈分別黏貼至三個塑膠圓盤上。(如下圖 13、14)

(圖 11)

(圖 12)



(圖 13)



(圖 14)

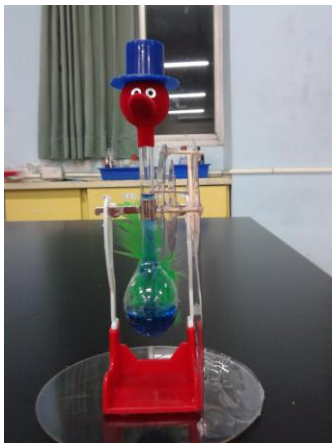
2、 組裝(如下圖 15、16)

(1) 先剪下大圓盤狀的塑膠片當作底座黏貼於喝水鳥底部。

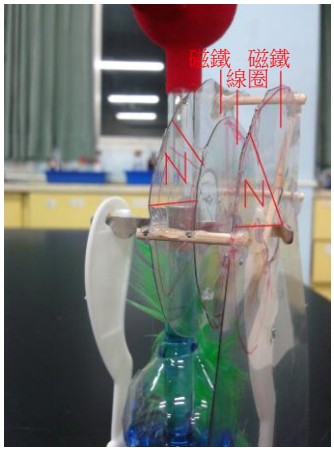
(2) 再將裝好磁鐵及線圈的塑膠片以磁鐵、線圈、磁鐵的順序套至喝水鳥支點的鐵片上。

(3) 將裝有磁鐵的兩個塑膠片以竹籤固定，並黏貼於喝水鳥的塑膠支架和剪下的長條狀之塑膠片上使它們不會移動。

(4) 將裝有線圈的塑膠片則黏貼於喝水鳥本身的鐵製支點上，使它會隨著喝水鳥擺動，與磁鐵產生相對運動。



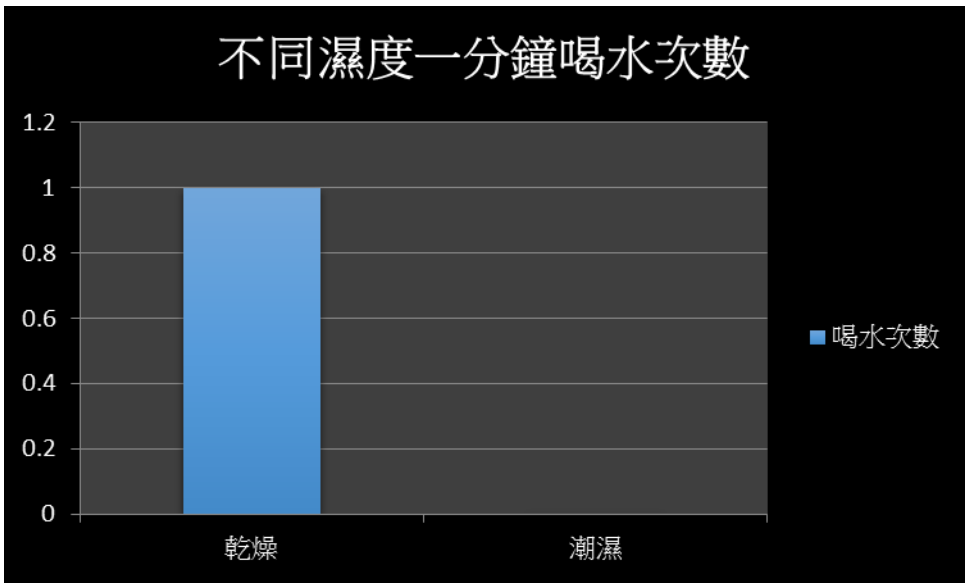
(圖 15)

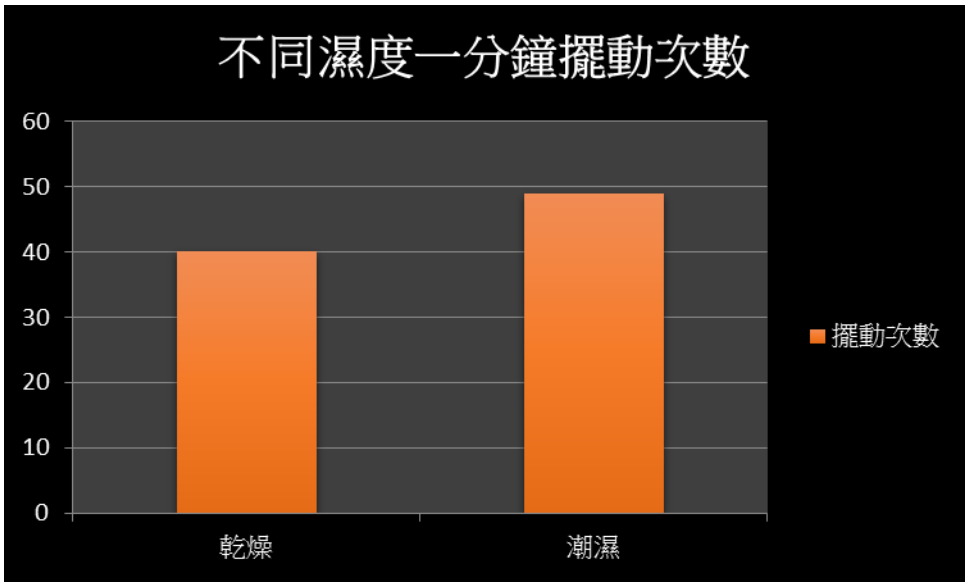


(圖 16)

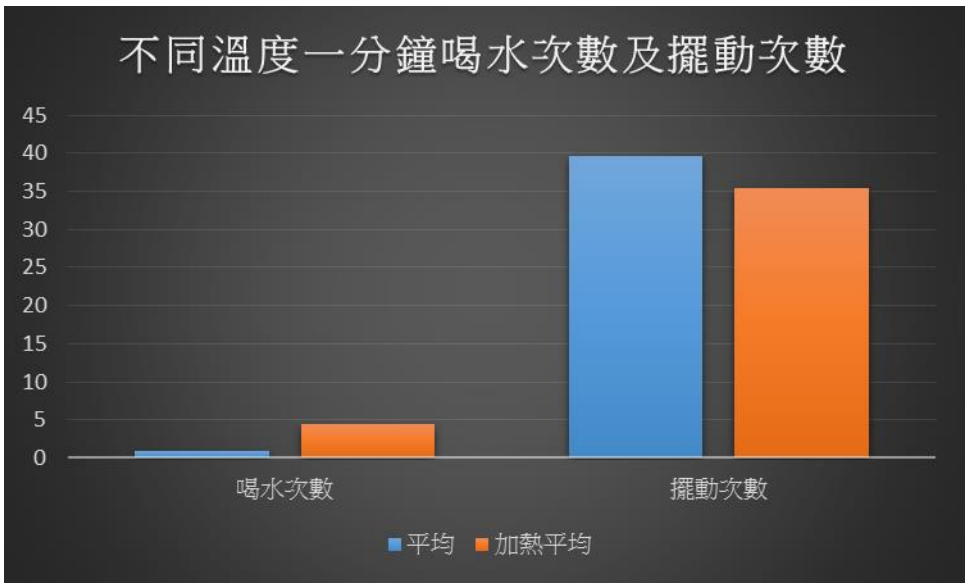
伍、研究結果

一、　濕度實驗

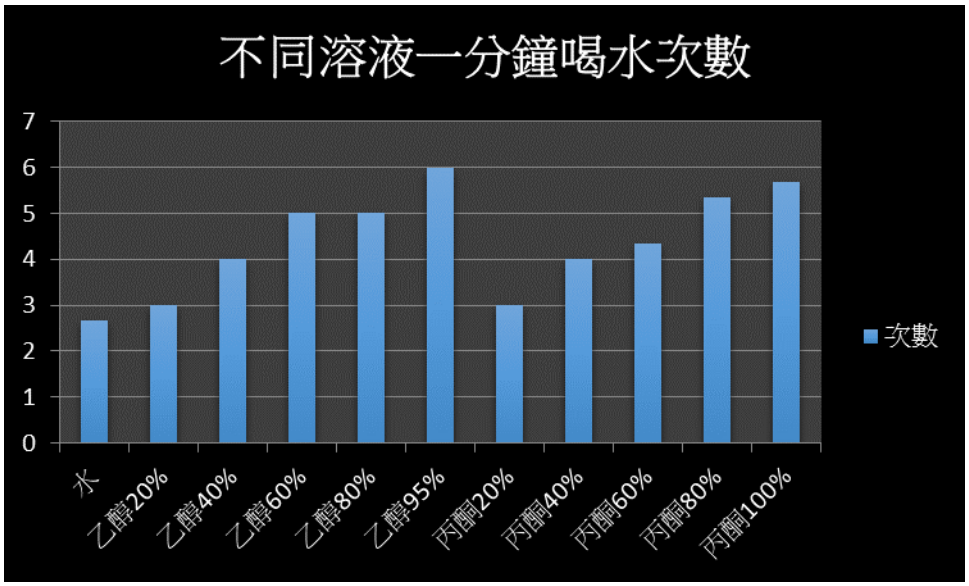

不同濕度一分鐘喝水次數
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
乾燥
潮濕
喝水次數

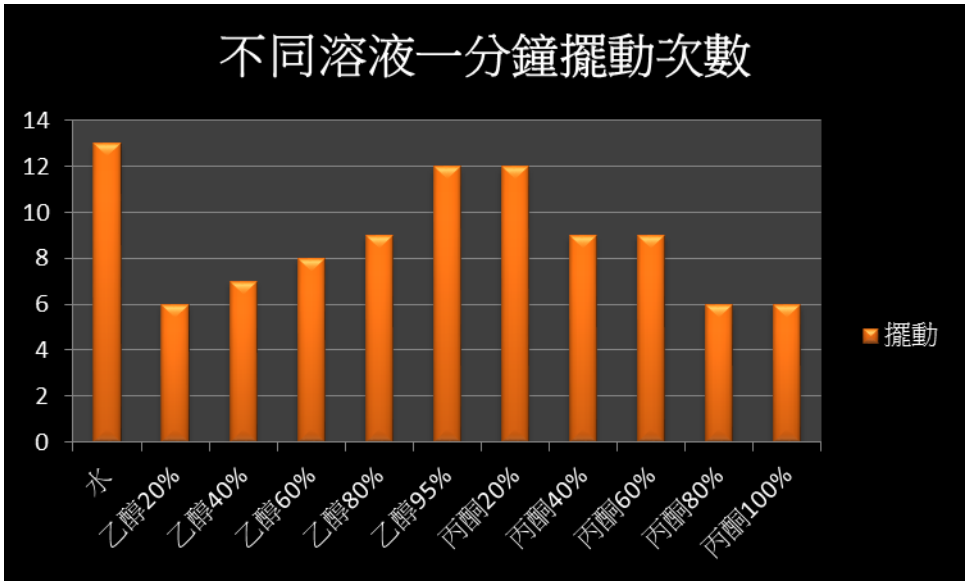

不同濕度一分鐘擺動次數
60
50
40
30
20
10
0
乾燥
潮濕
擺動次數

二、　酒精燈加熱實驗



三、　溶液實驗





陸、討論

一、　濕度

根據實驗結果，當空氣濕度大的時候，喝水鳥的擺動次數(擺動幅度未達可接觸水的程度)，及喝水次數(擺動幅度達接觸水面程度)，皆比空氣乾燥時少。依此推測，空氣乾燥時，水的蒸發速率較快，使喝水鳥頭部因溫度下降，造成頭部內氣壓降低 (可能是氣體降溫體積縮小或二氯甲烷氣體凝結所造成)，產生幅度較小的擺動；當作用持續發生，達到一定的壓力差，造成內部二氯甲烷液體流入頭部，造成喝水動作發生。單位時間內的擺動次數，似乎與蒸發速率有正相關。

二、　環境溫度

將酒精燈放置在喝水鳥附近加熱，使環境溫度上升。經由實驗結果得知，環境溫度上升會使喝水鳥頭部的水分蒸發速率提高，使頭部內氣體的溫度較快速降低，更快達成壓力差，使內部液體的二氯甲烷加速上升，使單位時間內喝水次數增加。

經由多次嘗試，我們發現酒精燈與喝水鳥的最佳距離約為 4 公分。

三、　溶液

(一)、　水：

以水做實驗，每喝水一次擺動次數為 13 下，每一分鐘喝水次數大約為 2.7 下，由於水的蒸發速度較慢，所以效率相對較低。

(二)、　乙醇：

當改為濃度 20%、40%、60%、80%、95%的乙醇溶液，發現濃度 95%

的乙醇效果比水來的理想，喝水次數大約為一分鐘有 6 次，每喝水一次擺動次數為 6 下。推測是由於乙醇揮發速率快，使喝水次數明顯增加；以 20%、40%、60%、80%的乙醇溶液實驗，發現喝水鳥一分鐘的喝水次數及喝水一次擺動次數結果都不比 95%乙醇。

(三)、 丙酮：

當改為濃度 20%、40%、60%、80%、100%的丙酮溶液，發現濃度 100%的丙酮效果比水來的理想，喝水次數大約為一分鐘有 3 次。推測是由於丙酮揮發速率快，使喝水次數明顯增加；以 20%、40%、60%、80%的丙酮溶液實驗，發現喝水鳥一分鐘的喝水次數及喝水一次擺動次數，結果都不比 100%丙酮。

(四)、 依實驗結果得知，丙酮 100%的效果固然好，但卻不比乙醇 100%。推測原因，可能是丙酮容易揮發，分子脫離液面，所吸收的熱能較少，造成氣壓改變量少，須累積較多次才能達到足以使喝水鳥喝水的壓力差。

(五)、 由實驗結果可知，液體的揮發速率太慢或過快，皆不會使喝水鳥達到我們**多喝水**的目的。

四、 裝置

(一)、 第一代裝置

1. 我們一開始在構思第一代裝置時，希望利用喝水鳥在喝水時的動力使磁鐵通過線圈以產生電流。
2. 實際操作後，卻發現喝水鳥雖然在喝水時有足夠的力量讓磁鐵通過線圈，但因為磁鐵移動使重心改變而無法站立，於是我們構思了二代裝置。

(二)、 第二代裝置

1. 在嘗試第一代裝置失敗後，我們想到了另一個方法，先將棉線綁上磁鐵並穿過帽子，使其垂在喝水鳥面前，並將膠水罐結合切割過的量角器和燒杯，製作出可裝線圈也裝液體的裝置，使喝水鳥在倒下去喝水的同時讓磁鐵通過膠水罐中的線圈，產生電流。
2. 我們以鐵釘作為定滑輪，改變棉線的運動方向。
3. 但此裝置有些微缺點，第一是鐵釘的摩擦力及吸力都太大，容易使棉線卡住或使磁鐵吸住，其次是我們考慮到節省溶液的問題，所以我們將二代裝置作為藍本，延伸出三代裝置。

(一)、 第三代裝置

1. 三代裝置繼承了二代的基本構想，並加入了其他設計。我們將二代的鐵釘改成摩擦力較小的塑膠輪軸，並用竹筷及黏土製作了支架，並放置輪軸。
2. 而為了避免支架容易重心不穩的問題，我們將量角器切割出一個缺

口，讓竹筷支架卡進去固定。

3. 為了節省溶液，我們把原本要裝滿液體的燒杯移除，換成較小且淺的塑膠杯，黏貼在量角器下面，使喝水鳥能夠喝到溶液，又不會裝過多的溶液。

(二)、 第四代裝置

1. 支架改以竹籤製作。
2. 簡化第三代裝置，移除第三代裝置的量角器及膠水罐。直接將盛裝溶液的杯子放置在黏土上。

(三)、 第五代裝置

1. 由於將磁鐵至於頭部會影響到喝水鳥本身的平衡，因此我們將磁鐵改至支點的位置。
2. 我們製作了三片分別放置兩片磁鐵及線圈的圓盤，將它們穿在喝水鳥的支點上。順序為磁鐵、線圈、磁鐵。
3. 磁鐵 N 極對 N 極、S 極對 S 極，才不會相吸。
4. 目前第五代裝置還在構想階段，這個裝置有以下好處：
   (1) 將磁鐵與線圈裝在支點上，就不會產生重心問題
   (2) 利用喝水鳥小幅度的擺動就能夠發電

柒、結論

一、 我們可由實驗發現，環境濕度在乾燥的時候效果較佳。

二、 除了改變溶液，還可以藉由改變環境溫度，探討不同溫度對於喝水鳥發電效率的影響，而經實驗後發現，溫度過低會使喝水鳥的喝水次數減少。

三、 我們可由以上的實驗發現，液體揮發速率過快或太慢，都無法達到使喝水鳥**多喝水**的目的。濃度 95%的乙醇溶液使喝水鳥喝水次數最多，但也可以藉由改變其他溶液比例，達到同樣效果。

四、 目前喝水鳥發電裝置已初步完成，未來可藉由加裝 LED 燈檢測電流大小，並希望能將其電能運用於綠能發電。

三、 由能量轉換概念思考，喝水鳥藉由液體蒸發吸收環境熱能，轉化為擺動的動能。因此影響蒸發速率的因子，如：溫度、環境濕度、溶液性質，皆會影響喝水鳥的擺動。依研究結果得知，環境乾燥，溫度高，喝水一次擺動及喝水次數多，有利能量轉換。

四、　目前喝水鳥發電裝置已初步完成，未來可藉由加裝 LED 燈檢測電流大小，並希望能將其電能運用於綠能發電。

捌、參考資料

一、　書籍

(一)、　自然與生活科技 八下課本 2-1~3　氧化與還原
(二)、　物理之書　第 198 頁
(三)、　觀念物理五

二、　網頁

(一)、　科玩 DIY—有趣的喝水鳥
(二)、　國立中央大學物理研究實驗
http://demo.phy.tw/experiments/thermodynamics/drinking-bird/
(三)、　磁學館_中國科普博覽
http://159.226.2.2:82/gate/big5/www.kepu.net.cn/gb/basic/magnetism/induction/200306110019.html
(四)、　磁生電的原理 yahoo 奇摩知識+
http://case.ntu.edu.tw/magichem/blog/?p=965
(五)、　化學小知識——醋酸鈉暖暖包
http://case.ntu.edu.tw/magichem/blog/?p=965

【評語】030807

結合科學玩具喝水鳥喝水，搖擺應用電磁原理使用 VCM 磁鐵及線圈發電，發電量能有加強空間，各種新開發型式，喝水鳥也可有新一代的型式，特別是磁鐵線圈位置的配置方式。