

【2022 科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中(職)組 成果報告表單

題目名稱:用靜電生電！改良富蘭克林馬達

一、摘要

現今，再生能源的議題仍被火熱地討論，如何找出低成本、高強力發電的能源，專家還在努力中。然而，剛好自己有相關參加比賽的經驗，藉此機會證明日常生活中，只要仔細觀察身邊的事物，便能掌握世界議題的關鍵。

富蘭克林馬達是其中一種簡單易取的發電機，透過設計實驗，改良發電效果是本研究的目的，最後把馬達裝上軸心，帶動強力磁鐵在線圈內轉動而產生電流。

二、探究題目與動機

地球正在遭遇資源浪費的議題，如何保護地球、找出未來替代能源等問題成為人類最大的挑戰。而富蘭克林馬達可藉由靜電造成轉動製造日常用電，除了不消耗珍貴的資源外，原理簡單，改善空間大有代替傳統馬達各缺點的可能性。正好也是「第27屆遠哲科學趣味競賽」的題目，促進了我們從此出發，進而延伸應用的想法。

三、探究目的與假設

目的:

1. 探討不同片數與轉動圈數的關係
2. 探討在相同面積下，不同空隙數量與轉動圈數的關係
3. 探討萊茵瓶的角度與轉動圈數的關係
4. 探討萊茵瓶與轉杯距離對轉動速度的影響

假設:

1. 片數越多時，轉動次數越多
2. 在相同面積下，空隙數量與面積達到一定比例會形成一個極佳值
3. 萊茵瓶到達切線時，轉動圈數為最佳
4. 萊茵瓶與轉杯距離越近，轉動圈數就會越多。

四、探究方法與驗證步驟

壹、基本實驗步驟

實驗器材



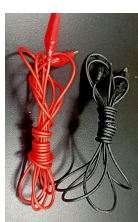
乾溼器



計時器



靜電棒



鱷魚夾

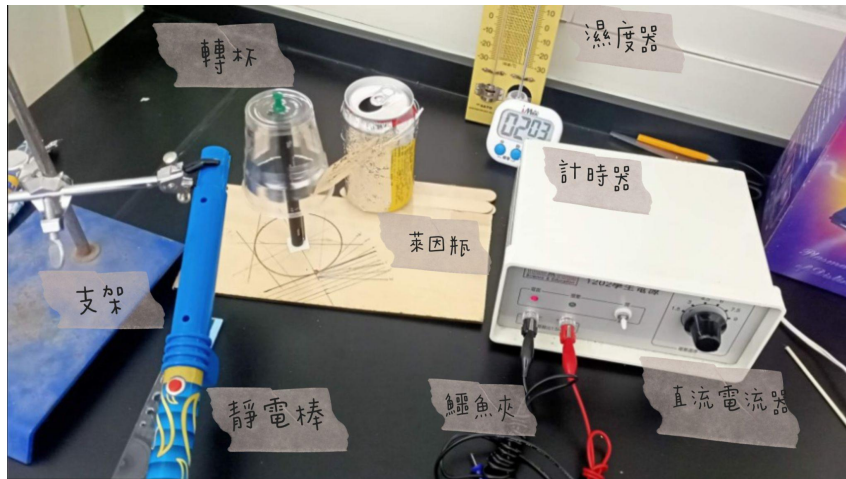


直流電源供應器



支架

作品圖示說明



步驟:

1. 使用乾濕度器, 確認環境濕度保持在75%以下 (因為濕度高時, 電子容易被水蒸氣帶走)
2. 將實驗器材如上圖擺放
3. 啟動靜電棒之後需等待30秒穩定期間
4. 計時1分鐘, 計算轉動圈數, 記錄並分析結果

貳、原理解釋

<p>靜電棒將電子傳送至轉杯鋁箔片上</p>	<p>因兩者皆帶有電子, 同性相斥, 提供力矩使杯子轉動</p>	<p>當杯子轉動至萊茵瓶旁時, 鋁箔片上的電子會與萊茵瓶上的電子產生相斥, 萊茵瓶上的電子向後移動</p>	<p>電子後移後, 尖端帶有正電, 鋁箔片上的電子被吸引, 跳至萊茵瓶上, 完成循環。</p>

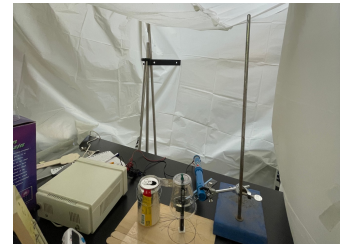
參、裝置改良

1. 環境改良: (因濕度高時靜電不易產生, 轉杯也無法轉動所以需要控制溼度)
 - a. 除濕整間實驗室
 - 需要長時間除濕
 - 空間太大, 沒有達到除濕效果
 - b. 除濕獨立空間


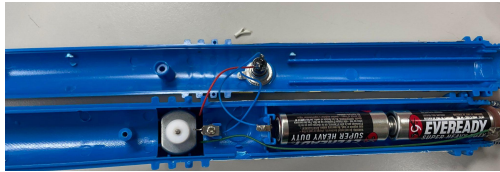
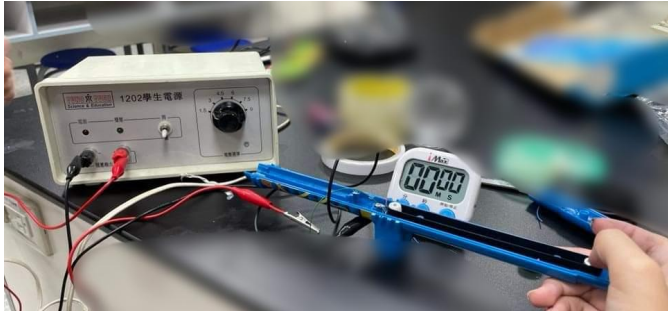
第一版:
使用紙板製造獨立空間
缺點: 紙板過重不易固定



第二版：
使用塑膠袋代替紙板



2. 靜電棒改良(希望可提供可測量精確輸出的電量, 不影響實驗結果, 減少實驗誤差)

改良方式	照片/問題	使用靜電器 測量結果
a. 磨擦PVC管達成靜電	 #電量不持久且不穩定	5.103nC
b. 使用裝電池的市售靜電棒	 #前期穩定, 但電池電量降低後, 轉速也會隨其降低	
c. 使用直流電提供運轉代替電池	 #最終成品	5.109nC

3. 裝置角度和距離不固定(使用手持靜電棒, 每次距離角度不同時, 會直接影響實驗數據)
→在底座畫出圓及切線, 並使用支架代替手持靜電棒, 將誤差縮至最小。

肆、實驗過程

實驗一 萊因瓶與轉杯距離對轉動速度的影響

將萊因瓶以0.5~2.0cm的間距擺放, 測量其一分鐘轉動次數。

距離	平均	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組
0.5cm	83.6	83	84	83	85	83
1cm	56.4	57	56	55	57	57
1.5cm	33.2	31	34	35	35	31

2cm	10.6	9	10	13	10	11
-----	-------------	---	----	----	----	----

實驗二 萊因瓶與轉杯角度對轉動速度的影響

將萊因瓶以0度切線~正負20度擺放，測量其一分鐘轉動次數。

	平均	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組
正20度	38	37	36	39	41	37
正10度	63.2	64	63	63	62	64
切線0度	83.6	83	84	83	85	83
負10度	68.2	68	68	70	67	68
負20度	36.2	36	37	36	36	36

實驗三 片數多寡與轉動圈數的關係

在轉杯上分別貼上4~9張(面積3*1.5)的鋁箔片，測量其一分鐘轉動次數。

片數	平均	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次
9	39.8	38	40	41	41	39
8	37.2	38	37	38	37	36
7	25.6	25	27	26	26	24
6	14.4	14	15	14	15	14
5	4.4	5	4	4	5	4

實驗四 同面積不同空隙數量與轉動圈數的關係

在轉杯上分別貼上3*(13.5/n)的鋁箔，測量其一分鐘轉動次數。

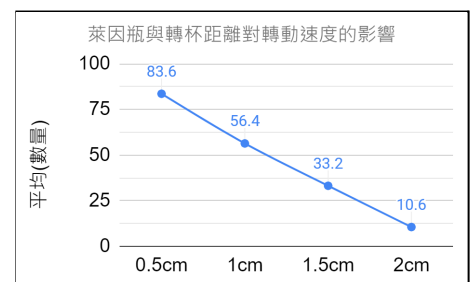
片數	平均	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次
9	39.8	38	40	41	41	39
8	37.2	38	37	38	37	36
7	25.6	25	27	26	26	24
6	14.4	14	15	14	15	14
5	4.4	5	4	4	5	4

五、結論與生活運用

壹、實驗結論

實驗一 萊因瓶與轉杯距離對轉動速度的影響

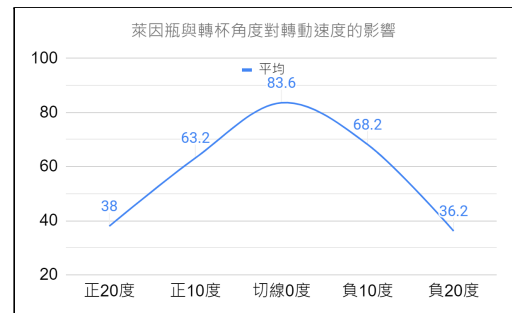
距離	平均	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組
0.5cm	83.6	83	84	83	85	83
1cm	56.4	57	56	55	57	57
1.5cm	33.2	31	34	35	35	31



結論:依實驗數據可以看出萊茵瓶在不觸碰轉杯的情況下, 距離越近轉動圈數就會越多。
原理結合:因距離越遠, 電子跳動難度越大, 而電子尚未完成跳動的步驟, 會造成接近進電棒時產生反力矩, 因而降低轉速。

實驗二 萊茵瓶與轉杯角度對轉動速度的影響

	平均	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組
正20度	38	37	36	39	41	37
正10度	63.2	64	63	63	62	64
切線0度	83.6	83	84	83	85	83
負10度	68.2	68	68	70	67	68
負20度	36.2	36	37	36	36	36

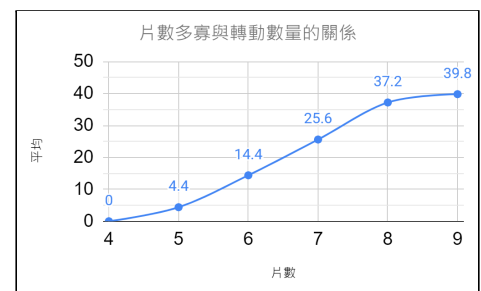


結論:依實驗數據可看出在相同控制變因下, 越接近切線轉動速度就會越快。

原理結合:因切線方向沒有任何水平不作功的力

實驗三 片數多寡與轉動數量的關係

片數	平均	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次
全滿	0	0	0	0	0	0
9	39.8	38	40	41	41	39
8	37.2	38	37	38	37	36
7	25.6	25	27	26	26	24
6	14.4	14	15	14	15	14
5	4.4	5	4	4	5	4

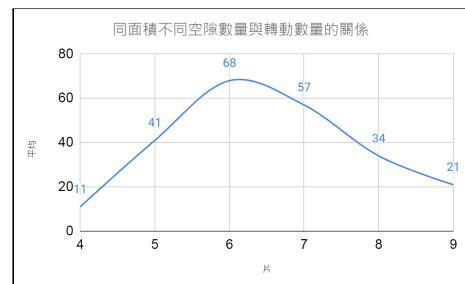


結論:由上方圖表可以看到雖圖表上顯示片數越多圈數越多, 但最上方可以看到8-9片時上升幅度趨緩, 且全滿時不會轉動, 所以可推測往下進行可得到一個極佳質

原理結合:可得知片數越多提供的力矩次數越多, 所以圈數越大

實驗四 同面積不同空隙數量與轉動數量的關係

片	平均	第一組	第二組	第三組	間隔寬度
4	10.5667	10.5	10.7	10.5	1.652
5	40.6666	42	41	39	1.321
6	67.6667	67	66	70	1.101
7	57	57	56	58	0.944
8	34.3333	33	34	36	0.826
9	21	21	22	20	0.734
全滿	0	0	0	0	0



結論:依上方數據可得知在面積 $(13.5/6)*3$ 的情況下有間距數量的極佳質, 推測面積與間距數量有一個最佳比例

原理結合:因每個鋁片皆可提供一次力矩, 且力矩的大小與電子數量有關, 所以在一定比例下可達到一個最佳值

貳、總結

如想得到一個效果最佳的富萊克林馬達, 首先需要注意環境的溼度要低於75%, 萊茵瓶與靜電棒皆與轉杯成切線擺放, 且越靠近越好, 另外鋁片的面積與數量則需試驗, 以達到最佳的效果。

參、生活應用

我們認為可以吸收生活中的靜電, 集中後使用富蘭克林馬達將不易使用的電能轉為動能, 之後再使用動能主為日常可使用的電, 以此達到永續的作用。

參考資料

此篇小論文是在我們一些變因的參考來源:[設計最高轉速Franklin motor](#) 作者: 黃冠霖