

2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中（職）組 成果報告表單

題目名稱：無限電能供應—電磁永動機

一、摘要

本實驗探討電磁永動機背後的原理並設計裝置加以驗證、及測量交流電變換頻率的時間間隔並觀察擺錘線與鉛直線之間在不同的角度時敲擊所產生的電流大小，藉以推算磁鐵的平均速度、線圈圓心和轉軸的水平距離對電流的影響還有擺錘線與鉛直線之間的夾角對產生電流大小的影響，以及思考網路上永動機影片的真實性。

二、探究題目與動機

永動機這一概念在物理界當中已存在近 800 年，從最開始的機械永動機，伴隨著知識、技術的累積，逐漸演化出流體動力、熱力、電磁永動機，在永動機的進化當中也存在許多絆腳石，如能量守恆、熱力學第一定律、熱力學第二定律都在否定永動機的存在，但永動機的效益龐大，因此還是有許多人想成功製造出永動機。(Albert Einstein, Leopold Infeld, 2021 年 2 月 27 日)

在電影《少年斯派維的奇異旅行》中，主角斯派維年僅十歲就因永動機，而獲得了貝爾德獎，如斯派維一樣對研究熱愛的我們在網路上看到一部電磁永動機影片，片中裝置的磁鐵結構只受到一瞬間的外力啟動就永不停止且越來越快，看到此現象的我們決定著手研究永動機背後原理以及影片的真實性。



圖 1：參考影片之截圖 (SETI2012PIAN, 2012 年 11 月 30 日)

三、探究目的與假設

- 一、在影片中觀察到一開始推動永動機後，就不需藉助外力也能持續旋轉且越轉越快，所以我們決定討論影片的真實性。
- 二、觀察以不同角度之擺錘撞擊磁鐵使其旋轉後與其產生的電流之關係對電流大小的影響。
- 三、觀察有無線圈對磁鐵旋轉速率的影響，並推算磁鐵平均速率。
- 四、線圈圓心和轉軸的水平距離與最大電流的關係。

四、探究方法與驗證步驟

一、實驗原理

當我們撥動磁鐵旋轉時，由於磁性物質在線圈上方轉動，導致磁場變化，進而在漆包線線圈內發生電磁感應而產生電流（圖 3）；流動的電流又會發生電流磁效應，導致線圈產生磁場（圖 4），總而言之就是電生磁、動磁生電，來達到永動機的原理。

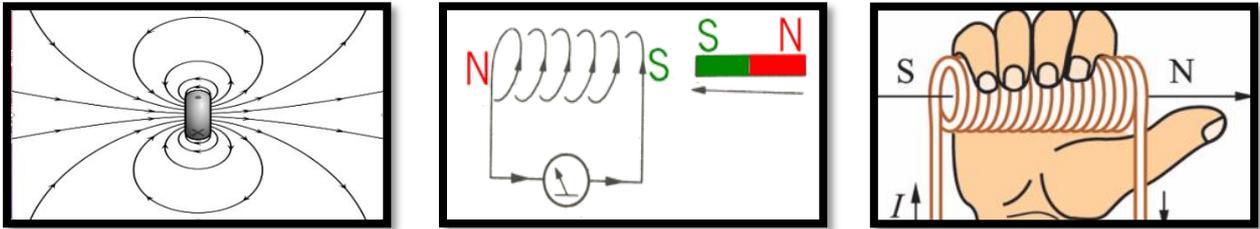


圖 2 (維基百科，日期不詳) 圖 3 (原理-冷次定律，日期不詳) 圖 4 (百科知識，日期不詳)

二、實驗器材

表 1：實驗器材

名稱	數量	名稱	數量
漆包線線圈	2 網	培林軸承	1 個
磁鐵	2 塊	三用電錶	1 臺
木板	數個	電線	數條
黏著劑	數種	計時器	1 臺

三、實驗裝置圖

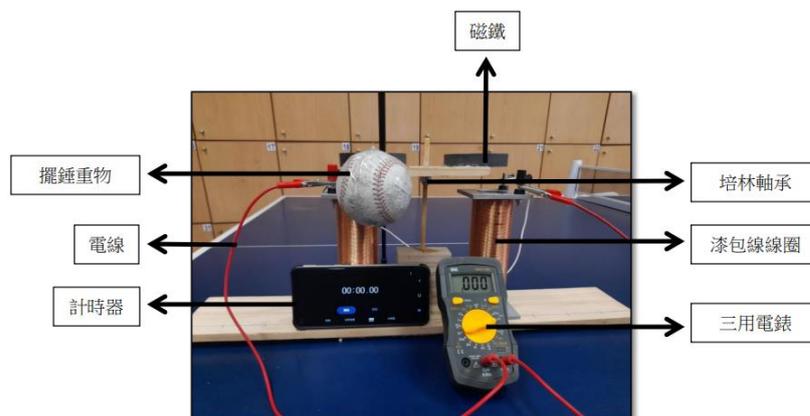


圖 5：實驗裝置圖

四、實驗步驟

- (一) 將漆包線纏繞在中空塑膠管。
- (二) 把漆包線線圈固定在平台上。
- (三) 製作架高的培林軸承，並將兩塊磁鐵黏貼在軸承兩端。
- (四) 架高培林軸承並將其固定於兩漆包線線圈之間。
- (五) 將兩組漆包線線圈串聯相接，另一端連接三用電錶。

五、實驗設計

(一) 實驗一：觀察不同角度的擺錘對電流大小的影響

1. 使用不同角度的擺錘推動裝置。
2. 觀察不同角度的擺錘對電流大小的影響。
3. 變因：
 - (1) 控制變因：擺錘線長 45 公分、擺錘質量 100 克。
 - (2) 操縱變因：擺錘角度。
 - (3) 應變變因：旋轉時間、電流大小。

(二) 實驗二：觀察有無線圈對磁鐵旋轉速率的影響，並推算磁鐵平均速率

1. 使用旋轉時間計算磁鐵旋轉時的平均速率。
2. 觀察有無線圈時對旋轉速率的影響。
3. 變因：
 - (1) 控制變因：裝置半徑 7 公分。
 - (2) 操縱變因：有無線圈。
 - (3) 應變變因：旋轉速率。

(三) 實驗三：線圈圓心和轉軸的水平距離與最大電流的關係

1. 改變線圈和磁鐵轉軸之間的水平距離。
2. 轉動磁鐵並測量距離對電流的影響。
3. 變因：
 - (1) 控制變因：施力大小。
 - (2) 操縱變因：線圈圓心和轉軸的水平距離。
 - (3) 應變變因：電流大小。

五、結論與生活應用

一、實驗數據

(一) 實驗一：觀察不同角度的擺錘對電流大小的影響

隨著擺角增加，轉動時間及電流都有上升的趨勢，我們可以合理推斷電流大小、擺錘的擺角與磁鐵的速率有密切關係，呈正相關。

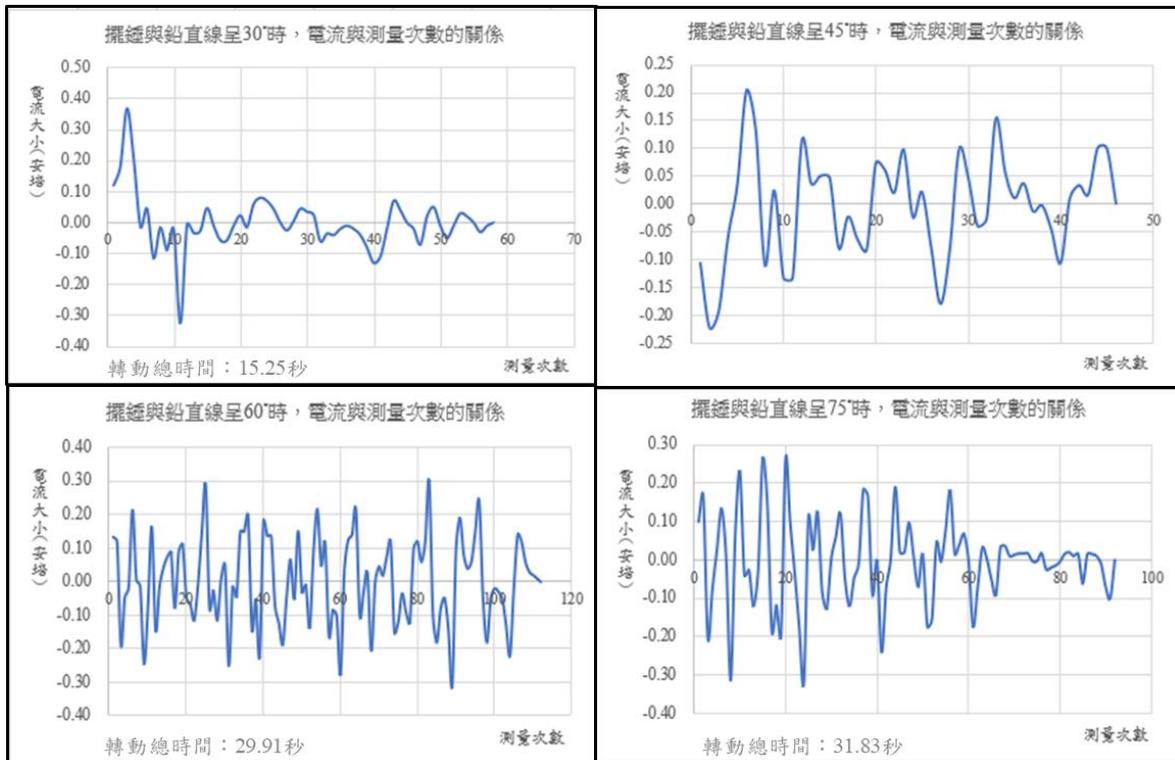


圖 6：實驗一數據圖

(二) 實驗二：觀察有無線圈對磁鐵旋轉速率的影響，並推算磁鐵平均速率

影片中發現有線圈之裝置的轉動時間與平均速率都會比無線圈來的長且快，但測得的數據與影片效果完全相反因此我們認為影片可能有外接交流電源在線圈上，使線圈產生一磁場，當磁鐵接近時吸引之，當磁鐵遠離時排斥之，使得磁鐵加速。

表 2：實驗二數據表

	圈數/秒	平均速率 (cm/s)
無線圈	$\frac{33}{30}$	$\frac{33 \times 2 \times 7\pi}{30} \approx 48.38$
有線圈	$\frac{27}{25}$	$\frac{27 \times 2 \times 7\pi}{25} \approx 47.50$

(三) 實驗三：線圈圓心和轉軸的水平距離與最大電流的關係

當水平距離在 5 到 10 公分之間，距離和電流成負相關， R^2 (判定係數) = 0.99；水平距離在 10 到 17 公分，下降幅度有所減緩， R^2 (判定係數) = 0.92，而在 18 公分處電流為 0。

表 3：實驗二數據表

水平距離 (cm)	最大電流 (mA)	水平距離 (cm)	最大電流 (mA)
5	1.55	12	0.19
6	1.36	13	0.13
7	1.08	14	0.1
8	0.79	15	0.07
9	0.62	16	0.05
10	0.41	17	0.02
11	0.28	18	0

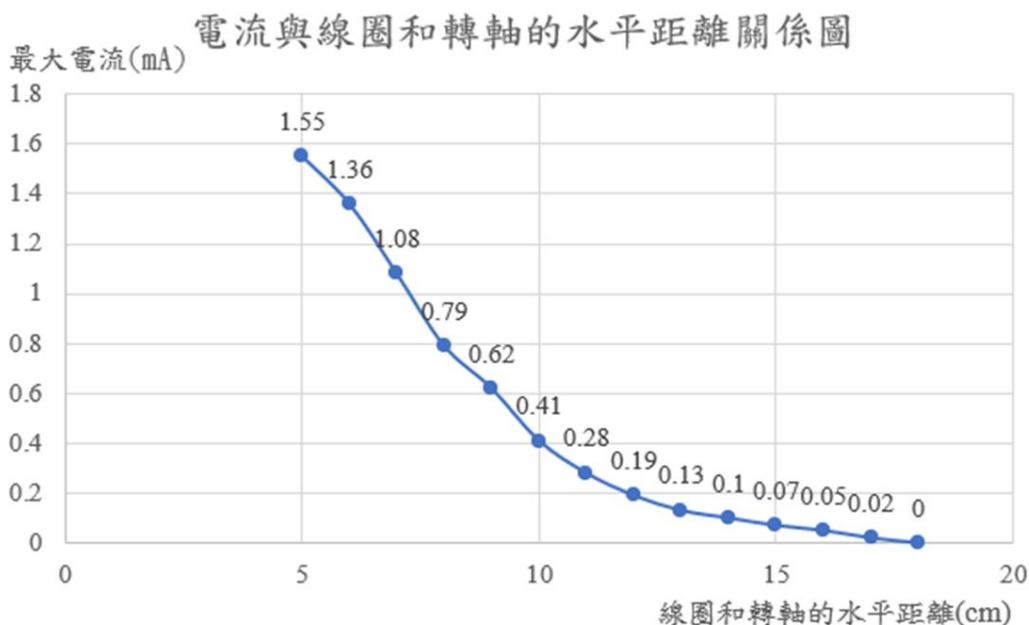


圖 7：電流與線圈和轉軸水平距離關係圖

二、結論

- (一) 我們無法避免軸承旋轉時的摩擦力、空氣阻力等能量轉換時的散失。為了減少能量損失，我們在軸承抹油以減少摩擦力，希望在真空環境中實驗，以減少空氣阻力。
- (二) 對照數據與預期結果相反，因此我們得到了新的結果：磁鐵在靠近、遠離線圈時，磁通量發生變化，線圈產生的磁場會分別產生排斥、吸引的磁場使磁鐵減速。

- (三) 線圈和磁鐵轉軸之間的水平距離跟電流大小有密切關係，呈現負相關。
- (四) 由於使用三用電錶得到的兩次數據之間有間隔，所以測得的電流不一定為峰值，所以我們只能多測試幾次觀察電流的最大值。

三、未來展望

- (一) 將漆包線線圈內放入不同材質的軟鐵，使產生的磁場增強。
- (二) 繪製電流對時間的關係圖，為了在之後的研究中能快速看出週期、電流大小方便未來的實驗。
- (三) 將此裝置運用在必須減速的設備上。例如:風力發電機的轉軸、車子的煞車系統，這樣可以完成同時減速跟發電的效果。

參考資料

- 一、Albert Einstein, Leopold Infeld (2021 年 2 月 27 日) 。物理學的演進。商周出版。
- 二、SETI2012PIAN (2012 年 11 月 30 日) 。磁力永動機。
<https://www.youtube.com/watch?v=LhTLxYw2KT0>
- 三、Story a. (2015) 。科學實驗王 - 電磁鐵與發動機。三采文化股份有限公司。
- 四、百科知識 (無日期) 。安培定則。
<https://www.easyatm.com.tw/wiki/%E5%AE%89%E5%9F%B9%E5%AE%9A%E5%BE%8B>
- 五、原理- 冷次定律 (無日期) 。冷次定律。
<https://sites.google.com/site/lenz18040212/home/principle>
- 六、維基百科 (無日期) 。磁場。Wiki。
<https://zh.m.wikipedia.org/wiki/%E7%A3%81%E5%A0%B4>