高雄市東光國小114學年度『自然科學』主題研究博覽會
作品說明書

七的題目要選擇題

班級：6年3班

組員姓名：林彥愷、邱喆楷、蔣友維、沈佑宸、簡于翔、龔禹之

指導老師：朱恩瑭、吳奕明

作品名稱：愛的魔力轉圈圈

題目：單極馬達

關鍵詞：單極馬達、電磁感應、勞侖茲力

編　號：　(由教務處統一編號)

壹、研究動機

有一天，我們在 YouTube 上看到一段非常不可思議的影片：畫面中只有一顆平凡的電池、幾塊磁鐵和一條彎成螺旋狀的銅線。沒想到，把銅線輕輕往電池上一放，那根銅線竟然像裝了馬達一樣，開始瘋狂地旋轉！經過查詢後，我們發現這個裝置被稱為「單極馬達」。我們覺得這簡直像魔術一樣，明明沒有接任何複雜的電線或開關，銅線卻能自己轉得這麼快。這讓我們感到非常好奇：為什麼磁鐵跟電池碰在一起，就能產生這麼大的動力？我們希望不只是做出一個會轉的單極馬達，還要找出最棒的組合方式，讓這個簡單的小裝置發揮出最大的威力。

貳、研究目的

1.探討銅線形狀對單極馬達轉動圈數的影響(龔禹之)
2.探討有無墊片對單極馬達轉動圈數的影響(沈佑宸)
3.探討電池擺放方向對單極馬達轉動圈數的影響(蔣友維、邱喆楷)
4.探討不同電池對單極馬達轉動圈數的影響(林彥愷、簡于翔)

參、文獻探討

名稱	摘要
第49屆中小學科學展覽會: 翻滾吧!電池車	經由網路上裝置的改良，找到最適當的電池車裝置:以AAA充電電池為電源，直徑26mm的圓形鐵製金屬墊片為輪子，1 號強力磁鐵吸於電池的正負極，跨上 50 芯銅絞線後，在電與磁的交互作用下可以讓電池車滾動，在玻璃面上進行加速度值約為 29.1 cm/s2的直線運動。利用電池車來探討運動定律在水平直線運動中的控制變因實驗，整體運動體的質量固定下，改變導線芯數或改變磁場的大小以增減電池車所受之合力，會與加速度成正比;進一步以電池車進行斜面上的運動，可以將電與磁所產生的作用力做為運動時的阻力，將此運用在改裝的迴力車上，可以做為煞車的工具。
嘉義市第38屆中小學科學展覽會: 磁場分布對電動機轉速之影響	在單組永久磁鐵，以不同「擺放角度」對「單極電動機」轉速之影響的實驗，轉速較佳的位置集中在 A、B、C、D 四個位置只有圓形半面效果佳。在雙組永久磁鐵不同的擺放位置對「單極電動機」轉速之影響，兩組磁鐵夾角是在 180度以內，且 N、N 磁極朝內相對，因「合力作用」，所以能一起增強排斥力。三個方向的永久磁鐵對「單極電動機」轉速之影響， 竟然比對照組單組磁鐵效果差。在環狀排列的磁鐵對「二極電動機」轉速之影響的實驗中，發現環狀排列的磁鐵的轉速效果均比對照組佳單組效果佳。二極電動機無論如何轉動，線圈的 NS極會固定位置。「市售小馬達」會也固定磁極位置，即是 N、S、S，無論如何轉動均會保持如此。

單馬極達的原理與教學應用	單極馬達為小學生就可以親自動手做的電磁實驗，在許多科學推廣活動中也是熱門的動手做實驗。此實驗可以用來說明電流與磁場的作用，可以產生一個垂直於電流與磁場的力。本文首先說明課綱中相關主題，繼而探討網路上的兩種說法，並用實驗觀察實際磁力線分布。接著從理論探討其原理的「勞倫茲力」或「安培右手定律」的等效性，並提出由磁重連形成的「彈射場」的第三種解說方式。
單極馬達|-科技大觀園	單極馬達的構造包括電池及磁鐵。取一手持型單極馬達，將平頭螺絲一端吸附於磁鐵，另一端吸附於電池負極。再將纜線一端接在電池正極，另一端與磁鐵邊緣接觸，磁鐵便會轉動。單極馬達是利用磁力轉動，手持型單極馬達磁場從磁鐵北極發出，電流從磁鐵邊緣沿半徑流向圓心，依右手定則，磁鐵受沿切線方向磁力，因而轉動。
單極馬達- 維基百科，自由的百科全書	單極馬達是一種具有兩個磁極的直流馬達。其中的導體透過圍繞一個旋轉軸旋轉來切斷磁通量的單向磁力線來製造一個穩定的磁場。單極馬達由勞侖茲力驅動。放置在與磁場垂直的載流導線會產生一個垂直磁場與導線的力。此力產生一個旋轉的力矩。由於旋轉軸與磁場平行，且對應的磁場方向不變，故電流不需要換向即可持續旋轉。

肆、研究設備及器材：

			
AA（三號）電池	AAA（四號）電池	C（二號）電池	漆包銅線

			
剪刀	強力磁鐵	小墊片	平板(拍攝慢動作)

伍、研究過程與方法:

一、實驗原理

單極馬達利用勞倫茲力原理，讓載流導線在磁場中受到一個垂直於電流和磁場方向的力，產生旋轉力矩;其關鍵在於電流不需要換向，即可持續轉動，因為它設計讓電流沿著磁場方向流動，所以不需要換向器，結構簡單，但效率較低，主要應用於科學演示與磁軌炮等特殊用途。

二、實驗步驟

【影片放慢速度4倍計算】

實驗一:探討銅線形狀對單極馬達轉動圈數的影響

➢ 電池:
1.將電池放在磁鐵上
2.在電池上放上小墊片

➢ 愛心形線圈:
1.將AA電池放在強力磁鐵上
2.將銅線對折後彎出半圓形(兩邊)，做成愛心型
3.放上電池後，把愛心線圈的兩端碰到磁鐵底部
4.用平板拍攝慢動作，紀錄10秒內可以轉動幾圈

➢ 正方形線圈:
1.將銅線對折後，把兩邊折出長方形
2.放上電池後，把正方形線圈的兩端碰到磁鐵底部
3.用平板拍攝慢動作，紀錄10秒內可以轉動幾圈

實驗二:探討有無墊片對單極馬達轉動圈數的影響

➢ 電池:

1.將電池放在磁鐵上
2.做出電池上有放上小墊片和沒有小墊片的兩組電池

➢ 正方形線圈:

1.將銅線對折後，把兩邊折出長方形
2.放上電池後，把正方形線圈的兩端碰到磁鐵底部
3.用平板拍攝慢動作，紀錄10秒內可以轉動幾圈

實驗三:探討電池擺放方向對單極馬達轉動圈數的影響

➢ 電池:

1.將二號電池放上磁鐵
2.在二號電池上放上小墊片

➢ 正方形線圈:

1.將銅線對折後，把兩邊折出長方形
2.放上電池後，把正方形線圈的兩端碰到磁鐵底部
3.用平板拍攝慢動作，紀錄10秒內可以轉動幾圈

實驗四:探討不同電池對單極馬達轉動圈數的影響

➢ 電池:

1.將三種尺寸的電池依序放在磁鐵上
2.在三種電池上依序放上同樣大小的小墊片

➢ 正方形線圈:

1.將銅線對折後，把兩邊折出長方形
2.放上電池後，把正方形線圈的兩端碰到磁鐵底部
3.用平板拍攝慢動作，紀錄10秒內可以轉動幾圈

陸、實驗結論:

實驗一:探討銅線形狀對單極馬達轉動圈數的影響

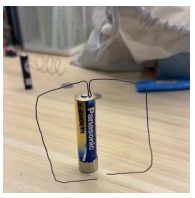
實驗表格:

	照片	第一次	第二次	第三次	平均
愛心形		18	15	17	$16.6\overline{}$
正方形		12	25	14	17

結論:最後以正方形線圈(平均17圈)為最佳, 後續實驗以正方形形線圈進行。

實驗二:探討有無墊片對單極馬達轉動圈數的影響

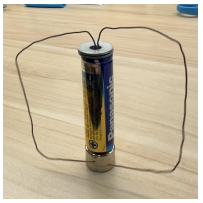
實驗表格:

	照片	第一次	第二次	第三次	平均
有放墊片		12	25	14	17
沒有放墊片		3	7	2	4

結論:沒有放上墊片導致線圈轉動時不穩定、容易脫落中心點, 所以後續實驗都使用有放上墊片的電池。

實驗三:探討電池擺放方向對單極馬達轉動圈數的影響

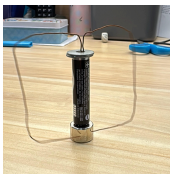
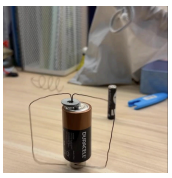
實驗表格:

	照片	第一次	第二次	第三次	平均
正極上、負極下		20	21	20	$20.\overline{3}$
負極上、正極下		19	19	19	19

結論:電池擺放方向方向並不會對轉動圈數有太大的影響，而根據「右手定則」，大拇指為電流方向，四指彎曲的方向就是磁場方向。因此電池擺放方向是影響轉動時的順、逆時針，而不會直接影響轉動圈數。

實驗四:探討不同電池對單極馬達轉動圈數的影響

實驗表格:

	照片	第一次	第二次	第三次	平均
AA(3號)電池		12	25	14	17
AAA(4號)電池		15	15	14	$14.\overline{6}$
C(2號)電池		20	21	20	$20.\overline{3}$

結論:C(2號)電池可能因為圓形面積較大、正極突出較大且平整，而導致放上墊片後更容易旋轉、不易脫落，轉動較快速，所以最後實驗結果以正方形線圈、有放墊片、和正立的二好電池效果最好。

柒、參考資料：

1. 作品名稱：
   中華民國第49屆中小學科學展覽會 作品說明書 國中組物理科 030105 翻滾吧!電池車
   網址：https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/49/pdf/030105.pdf

2. 作品名稱：
   嘉義市第38屆中小學科學展覽會 作品說明書 磁場分布對電動機轉速之影響
   網址：
   https://cyjesf.eduweb.tw/cyjesf38/Upfile/Works/1584586981_883314_87.pdf

3. 名稱：單極馬達的原理與教學應用
   網址：https://phys5.ncue.edu.tw/physedu/article/18-1/1.pdf

4. 名稱：單極馬達|-科技大觀園
   網址：
   https://scitechvista.nat.gov.tw/Article/C000008/detail?ID=f468ce3e-dae9-44f9-aa27-facddd62d65c

5. 名稱：單極馬達的探究與實作-實驗示範
   網址：https://www.youtube.com/watch?v=BpbzOpk302c

6. 名稱：單極馬達- 維基百科，自由的百科全書
   網址：
   https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%96%AE%E6%A5%B5%E9%A6%AC%E9%81%94

捌、有關研究內容之選擇題題目及含答案（1題即可）：

Q：哪一種情況會改變旋轉方向？

①有無墊片
②電池擺放方向
③電池尺寸

④銅線形狀不同

A:②電池擺放方向