

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

☒國中組 ☐普高組 ☐技高組 成果報告格式

題目名稱：製作基本電磁炮

一、摘要

本研究透過製作自製電磁炮裝置，探討多種影響發射距離的因素，包括電容容量（法拉數）、充電時間及鐵棒長度並改裝儀器製作手持電磁炮槍。

探究結果發現：電容容量越大(10000 微法拉)、充電時間越長的電磁炮裝置，瞬間放電效果最好，鐵棒子彈發射距離越遠，但充電時間過長會造成電容損壞而無法發射。10000 微法拉容量的電容，充電時間最長約為 90 秒。

本研究裝置，在 10000 微法拉容量的電容，充電 30 秒的情況下，鐵棒子彈長度的最佳值，約為 5 公分，此時發射距離最遠。

二、探究題目與動機

在網路上看到電磁炮的影片，並且有人把它給做成一把槍，我們覺得很新奇，同時我們也對電磁炮在未來的軍事發展充滿興趣，就開始著手研究電磁炮，並希望藉由探討電磁炮的原理後，能更加全面的掌握其概念，並藉由探究過程增進個人技術能力。

電磁炮以電磁力加速發射物體，具備高初速、長射程與低彈藥成本等優點，應用潛力廣泛。因此我們想從此為切入點，探究電容容量、充電時間以及鐵棒子彈的長度尺寸與電磁炮發射距離的關係，並將市售電磁炮實驗裝置結合木製材料，做出一把手持的電磁炮槍。

三、探究目的與假設

探究目的：

1. 製作一個電磁炮的雛型
2. 探討不同電容容量與自製電磁炮的發射距離關係
3. 探討不同電容的充電時間與自製電磁炮的發射距離關係
4. 探討不同的鐵棒子彈長度與自製電磁炮的發射距離關係
5. 將電磁炮實驗裝置改裝成手持的電磁炮槍

電磁炮基本原理：

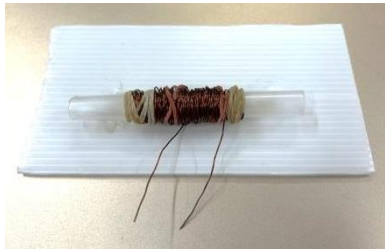
當電流通過線圈時，因電流磁效應而使線圈產生磁場，使得鐵棒可以被線圈磁場吸引而移動。我們利用電容供電，因其快速放電的特性，讓線圈瞬間變成電磁鐵後又會馬上斷電失去磁力，因此鐵棒會因一開始電磁鐵線圈的吸引產生慣性而發射出去。

我們認為電容瞬間放電的強度會影響電磁鐵的磁力，進而影響鐵棒子彈的初速度，使得發射距離有所不同，因此假設電容容量與其充電時間越高，發射距離越遠。而鐵棒子彈的長度也會影響子彈的質量，而影響發射距離，因此想探究最合適本實驗裝置的鐵棒子彈長度。

四、探究方法與驗證步驟

實驗一：製作一個電磁炮的雛型

實驗器材：漆包線圈、橡皮筋、電容、吸管、行動電源



步驟一：先把吸管裁切成小段狀，並把漆包線纏繞在吸管上

步驟二：把漆包線圈用橡皮筋固定，黏在瓦楞紙板上

步驟三：待熱熔膠乾了之後，把漆包線的最外層給磨掉

發射：把電容拿去充電後(我們這裡選擇用行動電源充電)，再把鐵棒放入吸管，並把電容拿去漆包線上通電後，即可發射。

電磁炮雛型成品照片

實驗二：探討不同電容容量與自製電磁炮的發射距離關係

實驗器材：各種不同法拉的電容、行動電源、電磁炮雛型

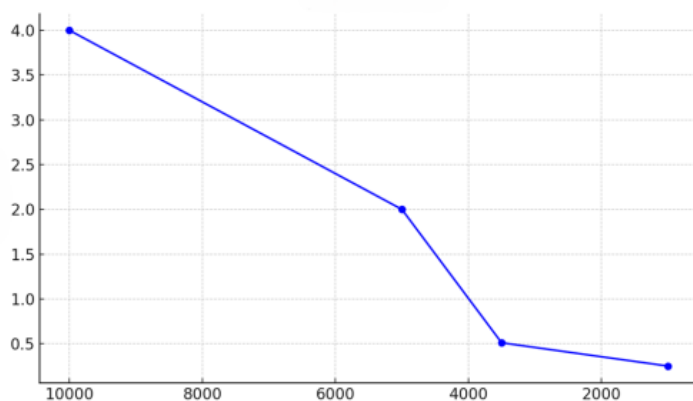
步驟一：組裝完成電磁炮雛型

步驟二：將不同法拉的電容以行動電源充電

步驟三：把電容接上去發射並測量其發射距離

結果：

電容(微法拉)	10000	5000	3500	1000
充電時間(秒)	30	30	30	30
發射距離(公尺)	4.02	2.00	0.51	0.25



在固定的充電時間(30 秒)下，
法拉越高的電容可讓發射距離越遠

實驗三：探討不同電容的充電時間與自製電磁炮的發射距離關係

實驗器材：各種不同法拉的電容、行動電源、電磁炮雛型

步驟一：組裝完成電磁炮雛型

步驟二：把組裝完成後的電磁炮接上行動電源後並開始充電

步驟三：分別以不同法拉的電容進行不同的充電時間後，測量其發射距離

結果：

(1)10000 微法拉電容

電容(微法拉)	10000	10000	10000	10000	10000
充電時間(秒)	10	20	30	60	120
發射距離 (公尺)	無法發射 (電力不足)	2.05	4.30	6.56	無法發射 (電容燒壞)

(2)5000 微法拉電容

電容(微法拉)	5000	5000	5000	5000	5000
充電時間(秒)	10	20	30	60	120
發射距離 (公尺)	無法發射 (電力不足)	1.56	4.00	5.80	無法發射 (電容燒壞)

(3)3500 微法拉電容

電容(微法拉)	3500	3500	3500	3500	3500
充電時間(秒)	10	20	30	60	120
發射距離 (公尺)	無法發射 (電力不足)	0.30	0.51	無法發射 (電容燒壞)	無法發射 (電容燒壞)

不同容量的電容都有相似的狀況，在電容未過充燒毀的情況下，電容充電的時間越久，所能夠發射的距離就越遠。

實驗發現電容的充電時間是有一定的限制的，充太久會使得電容內的電晶體燒毀，而無法發射，因此我們也測試 10000 微法拉電容的最大充電時間大約為 90 秒左右，超過後，發射的失敗率非常高。

實驗四：探討不同的鐵棒子彈長度與自製電磁炮的發射距離關係

實驗器材：不同長度的鐵棒、10000 微法拉的電容、電磁炮雛型、行動電源

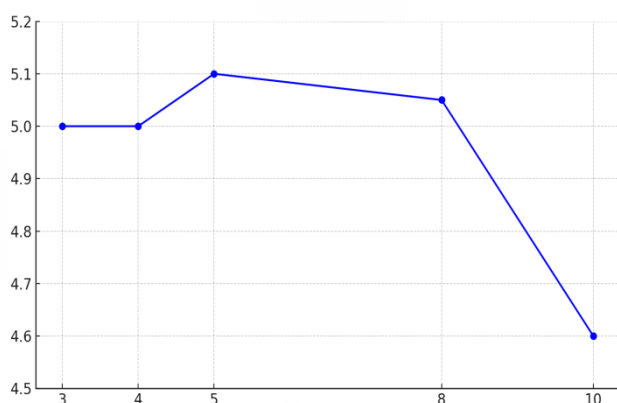
步驟一：組裝完成電磁炮雛型

步驟二：把 10000 法拉的電容接上行動電源並開始充電

步驟三：把不同長度的鐵棒放入吸管後並發射，觀察並測量其發射距離

結果：

電容(微法拉)	10000	10000	10000	10000	10000
鐵棒子彈長 (公分)	3	4	5	8	10
充電時間(秒)	30	30	30	30	30
發射距離 (公尺)	5.00	5.00	5.10	5.05	4.60



從這些數據可以看到，當鐵棒長度在 3 到 8 公分時，發射距離差距不大；但超過 8 公分之後，發射距離反而下降，顯示可能存在一個最佳鐵棒長度，能夠最大化能量轉換效率與發射距離，且最佳鐵棒長度為應為 5 公分左右。

實驗五：將電磁炮實驗裝置改裝成手持的電磁炮槍

步驟一：將電路板接通後，接上 10000 微法拉的電容

步驟二：把漆包線圈纏繞在吸管上，電磁炮組裝完成

步驟三：將木頭裁切成槍枝的形狀

步驟四：把行動電源和電磁炮用紙黏土和木工膠黏在木板上面

步驟五：把剩餘的木板通通組裝起來後，電磁炮大功告成

操作：把行動電源的開關打開，讓電容開始充電，在充電 30 秒過後，把 5 公分的鐵棒放入吸管内，再按下按鈕即可發射

(注意：在發射時，槍管不可對著人，並選在適當的時間與場合發射，以免危險)



五、結論與生活應用

結論：

1. 本研究有成功利用吸管、銅線圈製作一個電磁炮的雛型裝置進行實驗。
2. 在固定 30 秒充電時間，容量越大的電容，本研究電磁炮雛型裝置的發射距離越遠。
3. 在電容未過充燒壞的情況下，不同容量的電容，充電時間越長，本研究電磁炮雛型裝置的發射距離越遠。
4. 3-8 公分長度的鐵棒子彈無明顯差距，但實驗裝置的平均距離最遠的鐵棒子彈為 5 公分
5. 將電磁炮實驗裝置改裝成手持的電磁炮槍，未來可再改良連續發射、填裝子彈的架構。
6. 未來研究方向：電磁炮線圈的數量、線圈的內徑、子彈的材質、大小都還有待實驗，希望可以完成更完整的探究實驗。

生活應用：

電磁炮作為軍事武器發展引起我們的高度興趣，也曾經思考過做為改良的獵槍，用來追捕外來種(如綠鬣蜥)，或放置於家中當作維護安全的工具，雖然我們不會在家裡裝個電磁炮防小偷，但這基本的電磁相關科學原理概念其實潛藏在許多先進科技中，只需要快速、無接觸、或高效率的動能傳遞，電磁炮的概念就可能發揮影響力。

參考資料

1. 國立科學工藝博物館 科學學習中心-教學資源-物理應用
2. 物理世界-國立自然科學博物館
3. 電磁砲。中華民國第 50 屆中小學科學展覽會
<https://www.ntsec.edu.tw/article/FileAtt.ashx?id=5088>
4. 電磁砲！真的還假的？中華民國第 57 屆中小學科學展覽會
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/57/pdf/051812.pdf>
5. 電磁線圈與磁鐵的愛恨情仇。中華民國第 57 屆中小學科學展覽會
<https://www.ntsec.edu.tw/article/FileAtt.ashx?id=11261>
6. 「磁」母手中線 - 探討電容放電時間常數對電磁砲發射的影響。中華民國第 60 屆中小學科學展覽會
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/60/pdf/NPHSF2020-080102.pdf>
7. 【Fun 科學】超·電磁砲(噴飛的硬幣) YouTube · 佑來了