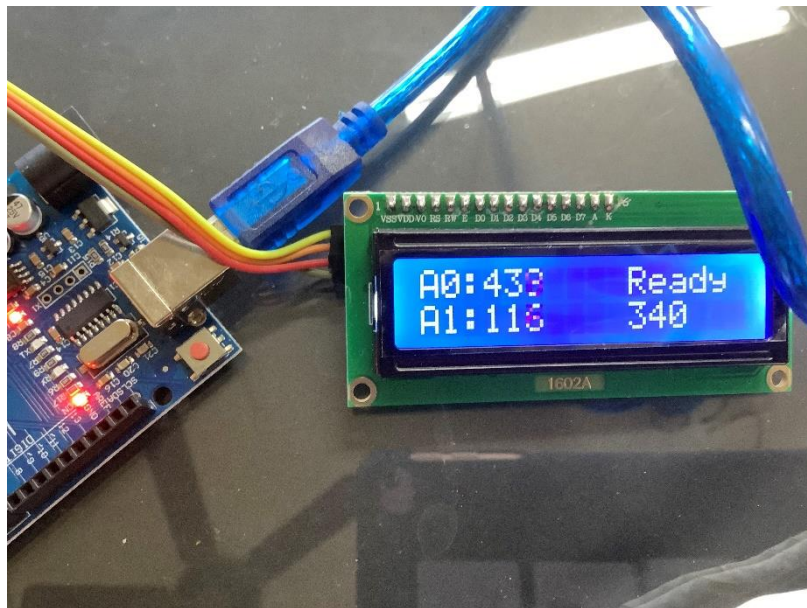


屏東縣第 65 屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別： 生活與應用科學科(一)

組 別： 國中組

作品名稱： 磁不可擋！我把槍、炮的速度變快了



關 鍵 詞： 高斯槍、光電匣、線圈

編號： B6008

摘要

本研究在探討高斯槍中的強力磁鐵可以對鐵球產生的動能，由磁鐵數與發射後的秒數關係，磁鐵數為1顆的時間最長，3-5顆時間趨於穩定，且球數越多，受到強力磁鐵的磁力影響的幅度越小，發射後時間就越快。

並且探討電容快速放電、線圈數、管徑或發射物位置等變因，讓線圈產生的磁力將電磁砲的鐵釘子彈發射出去後產生的時間變化。發現電磁砲的線圈數在150圈時發射的秒數最少，再增加線圈時，鐵釘在慣性作用時，容易被磁鐵的磁力影響，發射後時間因此而增加。電壓越高且管徑(在不接觸發射物)越小，發射後時間逐漸減少。

最後利用自製的光電匣測出高斯槍的速度。利用繼電器及震動開關模組測出鐵釘子彈的速度。

壹、研究動機

理化課講到磁鐵與電磁鐵，介紹了高斯槍與電磁砲。高斯槍是由一個磁鐵及幾個鋼珠組成的直線加速器。當一個鋼珠受磁力吸引朝磁鐵前進，磁鐵的吸引力加速了這顆鋼珠，鋼珠越接近磁鐵，吸引力越大，加速度也越大，當鋼珠撞擊到磁鐵時，能量經由碰撞傳遞至磁鐵另一側鋼珠上，碰撞後的鋼珠獲得能量，加速向前運動。電磁砲是由線圈、經由電容快速放電產生強大電流讓線圈產生強力磁性吸引全屬子彈向前發射。瞭解原理後讓我們對於速度產生極大的好奇，於是我們想要研究高斯槍與電磁砲的差異與速度。

貳、研究目的

一、了解高斯槍原理

二、了解電磁砲原理及製作

三、探討高斯槍中不同磁鐵數與發射後的秒數關係

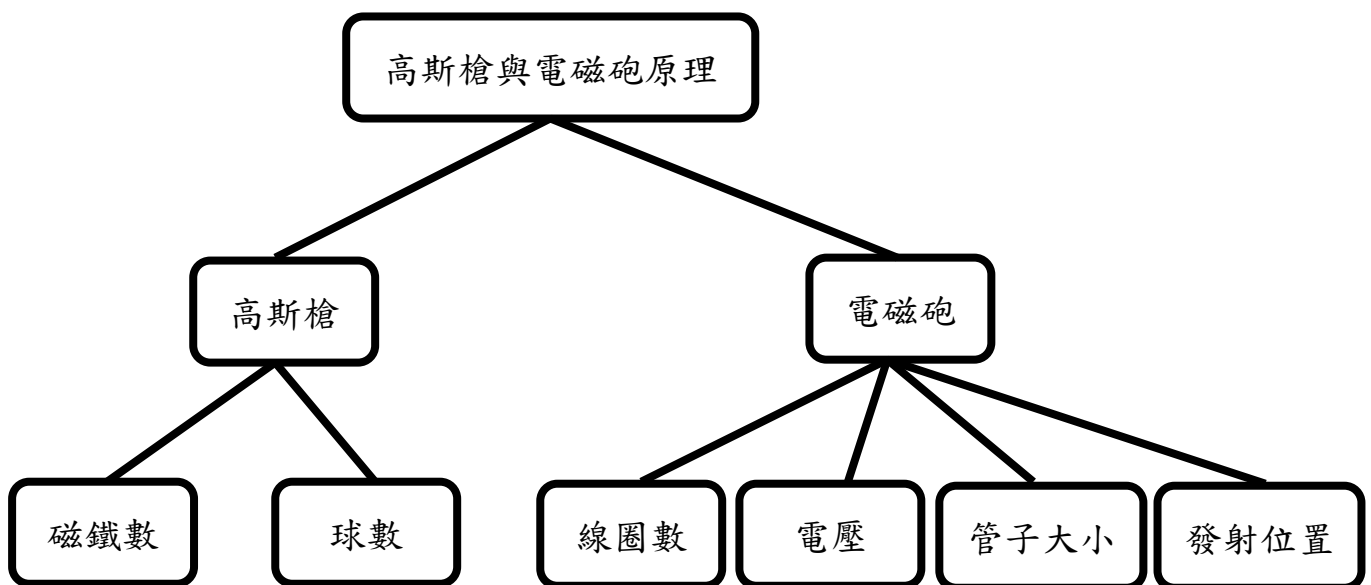
四、探討高斯槍中不同球數與發射後的秒數關係

五、探討電磁砲的線圈數與發射後的秒數關係

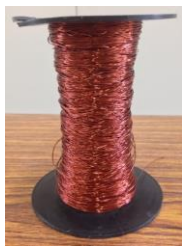
六、探討電磁砲的電壓(V)與發射後的秒數關係

七、探討電磁砲的管子大小與發射後的秒數關係

八、探討電磁砲的發射物離線圈與發射後的秒數關係



參、研究設備及器材



漆包線



電源供應器



聚焦手電筒



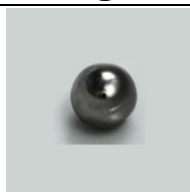
繼電器



震動開關模組



吸管



鋼珠及鐵釘



強力磁鐵



麵包版



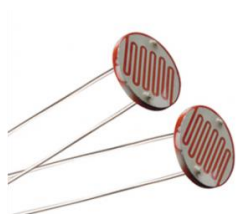
各種電阻



Arduino UNO



LCD 模組



光敏電阻



電容



微動按鍵

肆、研究過程及方法

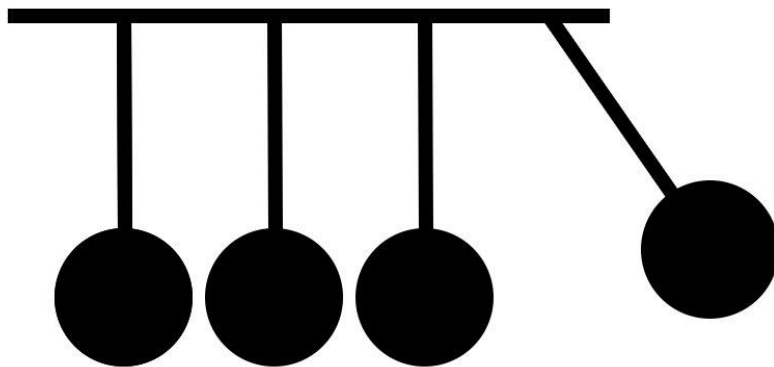
研究一：了解高斯槍的原理

高斯槍的加速原理是基於磁場的吸引和動能轉換：

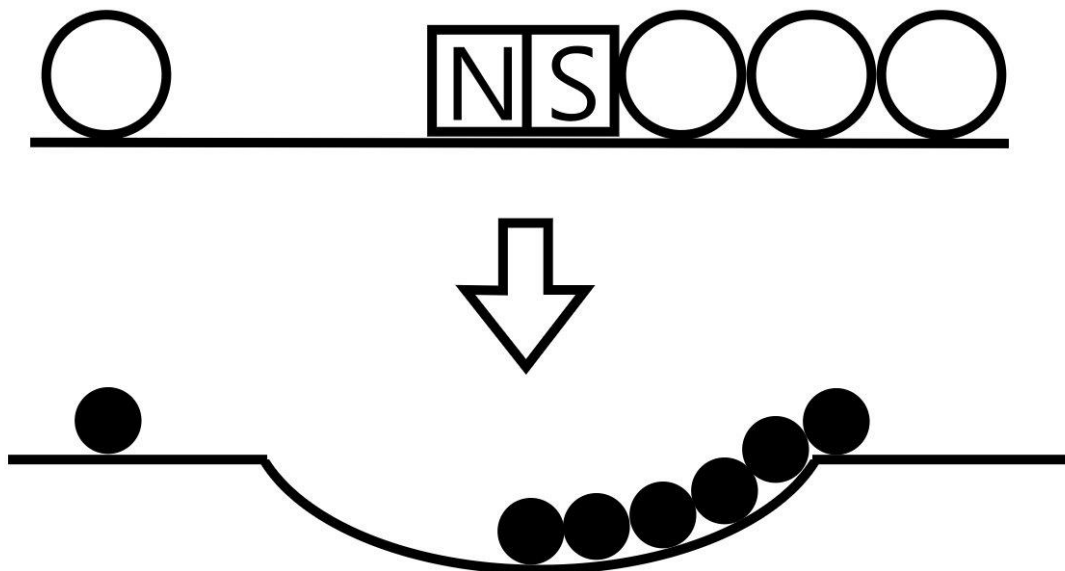
磁吸：當第一顆鋼球滾向磁鐵時，會被磁場加速並獲得額外動能。

動能轉移：當這顆鋼球撞上磁鐵後，它的動能會透過磁鐵轉移到最後一顆鋼球。

彈射：最後一顆鋼球因為獲得額外動能，被高速彈出。



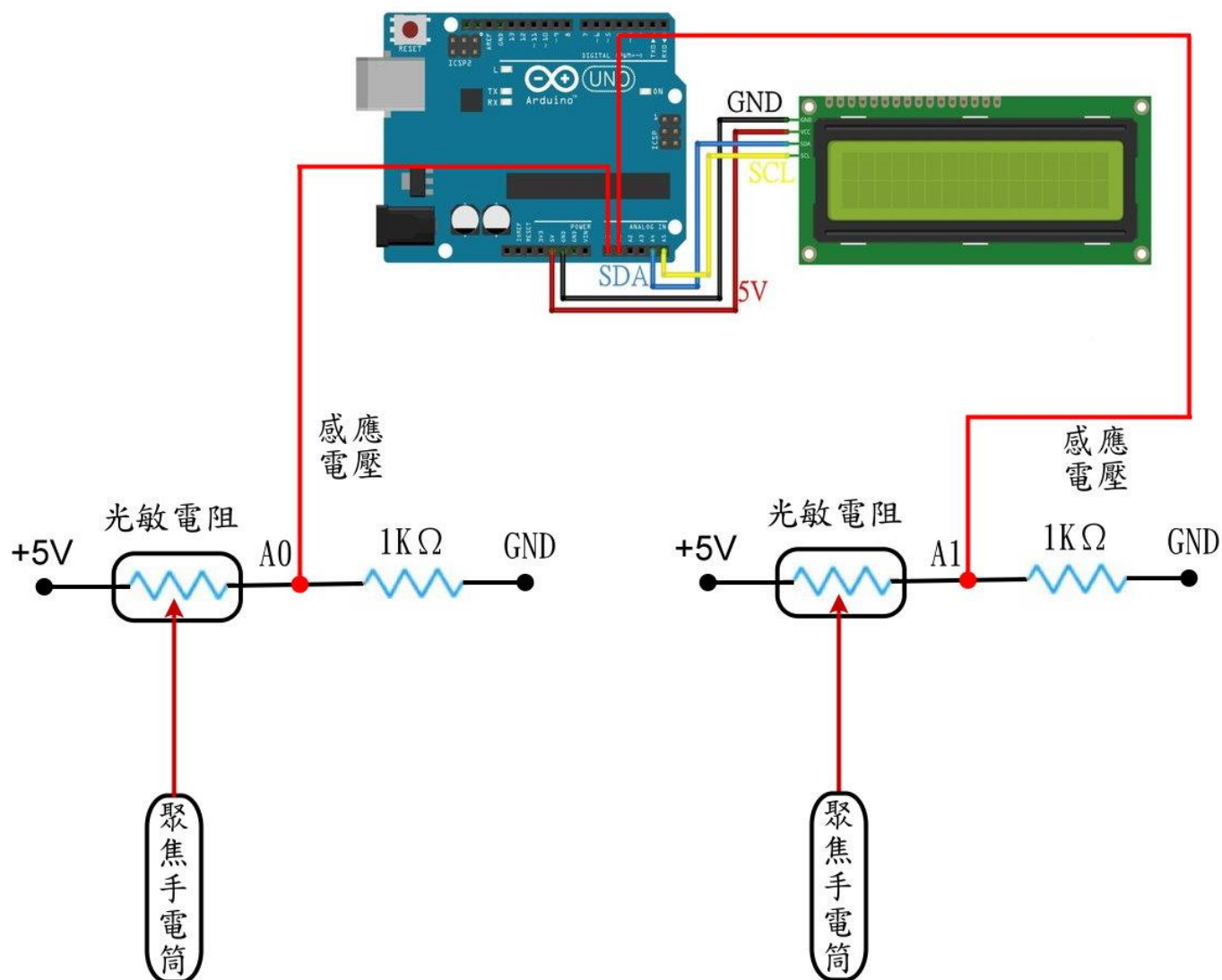
如同牛頓擺第一顆鋼球動能移至最後一顆。



磁鐵如同凹槽，強力磁鐵如同凹槽，讓鋼球由位能轉成動能

研究二：自製光電匣

我們想要測量鋼球的速度，利用Arduino製作光電匣



當聚焦手電筒光線照射到光敏電阻時，光敏電阻值會變小，感應電壓變大。
當聚焦手電筒光線沒有照射到光敏電阻時，光敏電阻值變大，感應電壓變小。

光電匣程式

```
#include <Wire.h> // I2C 程式庫
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // LCD_I2C 模組程式庫

// LCD I2C 位址為 0x27，16、2 為 LCD 顯示器大小。
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

int vala0; //設定 vala0 為整數
int vala1; //設定 vala1 為整數
int light0 = 380; //設定 light0 為整數，值為 380
int light1 = 370; //設定 light1 為整數，值為 370
int k = 0; //設定 k 為整數，值為 0
int starttime; //設定 starttime 為整數
int duration; //設定 duration 為整數
void setup() {
    // 初始化 LCD
    lcd.init();
    lcd.backlight();
    pinMode(A0, INPUT); //設定第 A0 隻接腳為輸入
    pinMode(A1, INPUT); //設定第 A1 隻接腳為輸入
}
void loop() {
    // 在 LCD 上顯示
    vala0 = analogRead(A0); // vala0 為讀取 A0 類比的值
    lcd.setCursor(0, 0); // (column, row)從第一排的第一個位置開始顯示
    lcd.print("A0:"); // 列印 A0：
    lcd.print(vala0); // 列印 vala0 的值
    lcd.print(" "); // 列印 空白
```

```

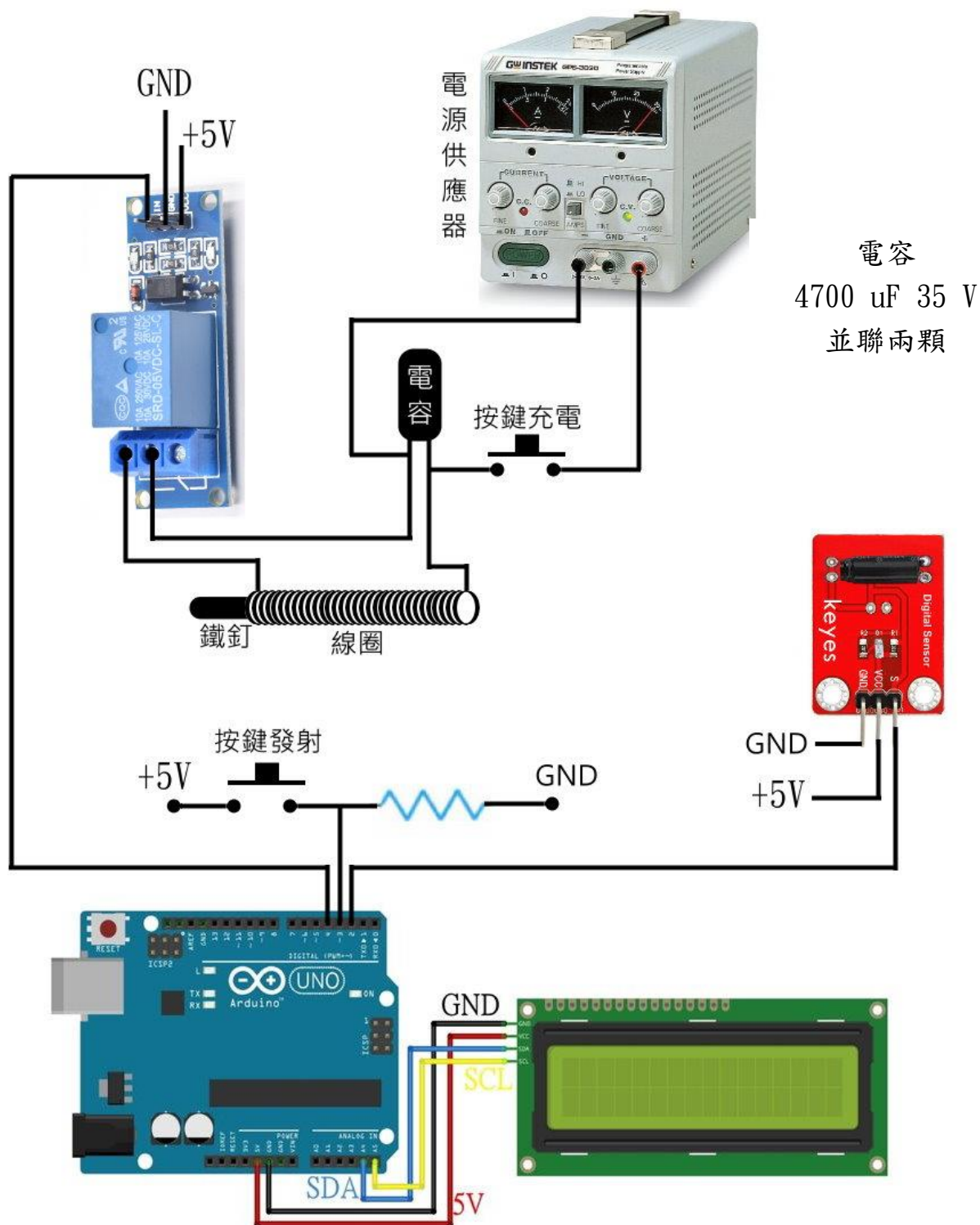
vala1 = analogRead(A1); // vala0 為讀取 A1 類比的值
lcd.setCursor(0, 1); // (column, row)從第二排的第一個位置開始顯示
lcd.print("A1:"); // 列印 A1 :
lcd.print(vala1); // 列印 vala1 的值
lcd.print(" "); // 列印 空白

if ((k == 0) & (vala0 > light0) & (vala1 > light1))
{
    lcd.setCursor(10, 0); // (column, row)從第一排的第 11 個位置開始顯示
    lcd.print("Ready"); // 列印 Ready
    k = 1;
}
if ((k == 1) & (vala0 <= light0))
{
    lcd.setCursor(10, 1); // (column, row)從第二排的第 11 個位置開始顯示
    lcd.print(" "); // 列印 空白
    k = 2;
    starttime = millis(); // starttime 等於現在時間
    lcd.setCursor(10, 0); // (column, row)從第一排的第 11 個位置開始顯示
    lcd.print(" "); // 列印 空白
}
if ((k == 2) & (vala1 <= light1))
{
    duration = millis() - starttime; // duration 等於 現在時間 - starttime
    k = 0;
    lcd.setCursor(10, 1); // (column, row)從第一排的第 11 個位置開始顯示
    lcd.print(duration); // 列印 duration
}
}

```


研究三：電磁砲原理及製作

我們用鐵釘當子彈，用線圈製作電磁砲。我們想要測量鐵釘子彈的速度，但鐵釘子彈太小，不容易被光電匣偵測。於是我們用繼電器當發射開關，當子彈打到震動開關模組，就可以測量子彈發射到打到震動開關模組的時間了。



電磁砲測速程式

```
#include <Wire.h> // I2C程式庫
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // LCD_I2C模組程式庫

// LCD I2C位址為0x27，16、2為LCD顯示器大小。
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

int shockPin = 2; //設定 shockPin 為整數，值為2
int k = 0; //設定 k 為整數，值為 0
int starttime; //設定 starttime 為整數
int duration; //設定 duration 為整數

void setup ()
{
    // 初始化LCD
    lcd.init();
    lcd.backlight();
    pinMode (shockPin, INPUT); // 設定第 shockPin 接腳為輸入
    pinMode (3, INPUT); // 設定第3隻接腳為輸入
    pinMode (4, OUTPUT); // 設定第4隻接腳為輸出
}

void loop ()
{
    if ((k == 0) & (digitalRead(3) == LOW))
    {
        digitalWrite(4, HIGH); // 設定第4隻接腳為高電位
        lcd.setCursor(10, 0); // (column, row)從第一排的第11個位置開始顯示
```

```

    lcd.print("Ready"); // 列印 Ready
}
if ((k == 0) & (digitalRead(3) == HIGH))
{
    digitalWrite(4, LOW); // 設定第4隻接腳為低電位
    starttime = millis(); // starttime 等於現在時間
    lcd.setCursor(10, 0); // (column, row)從第一排的第11個位置開始顯示
    lcd.print("    "); // 列印 空白
    lcd.setCursor(10, 1); // (column, row)從第二排的第11個位置開始顯示
    lcd.print("go    "); // 列印 go
    k = 1;
}
if ((k == 1) & (digitalRead (shockPin) == LOW))
{
    duration = millis() - starttime; // duration 等於 現在時間 - starttime
    lcd.setCursor(10, 1); // (column, row)從第二排的第11個位置開始顯示
    lcd.print(duration); // 列印 duration
    k = 0;
    digitalWrite(4, LOW); // 設定第4隻接腳為低電位
}
}

```

伍、研究結果與討論

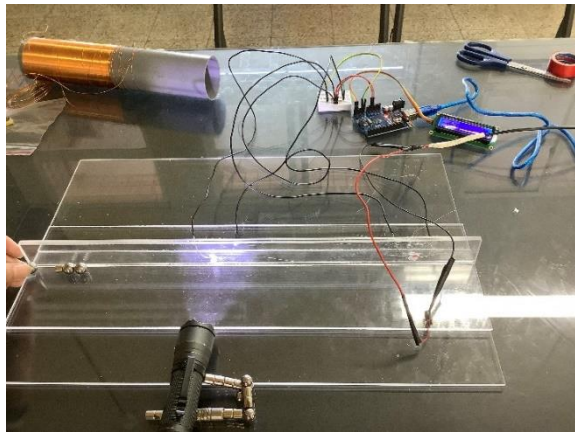
一、了解高斯槍原理及製作

高斯磁力槍的加速原理是基於磁場的吸引和動能轉換：

磁吸：當第一顆鋼球滾向磁鐵時，會被磁場加速並獲得額外動能。

動能轉移：當這顆鋼球撞上磁鐵後，它的動能會透過磁鐵轉移到最後一顆鋼球。

彈射：最後一顆鋼球因為獲得額外動能，被高速彈出。



高斯槍軌道



顯示面板

二、了解電磁砲原理及製作

利用電磁砲中的線圈短暫通電後所產生的磁力使發射物受磁力影響產生慣性作用，竟而從管子中發射出去。

我們用鐵釘(2.15g)當子彈，用線圈製作電磁線圈砲。我們想要測量鐵釘子彈的速度，但鐵釘子彈太小，不容易被光電匣偵測。於是我們用電磁鐵當發射開關，當子彈打到震動開關模組，就可以測量子彈發射到打到震動開關模組的時間了。



電磁砲實驗裝置

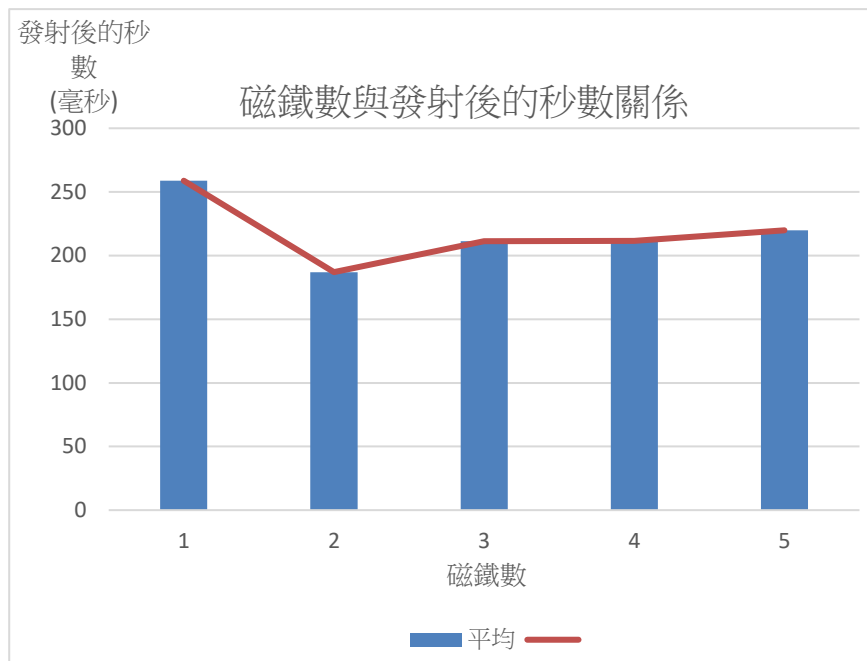


顯示面板

三、探討高斯槍中不同磁鐵數與發射後的秒數關係

實驗序/ 磁鐵數	1	2	3	4	5
1	259	175	202	204	204
2	286	204	203	203	231
3	286	176	176	203	203
4	232	204	258	231	203
5	259	176	203	231	231
6	258	203	203	230	202
7	259	204	176	203	231
8	287	148	232	203	231
9	232	204	231	203	231
10	230	176	230	204	232
平均	258.8	187	211.4	211.5	219.9

表一



圖一

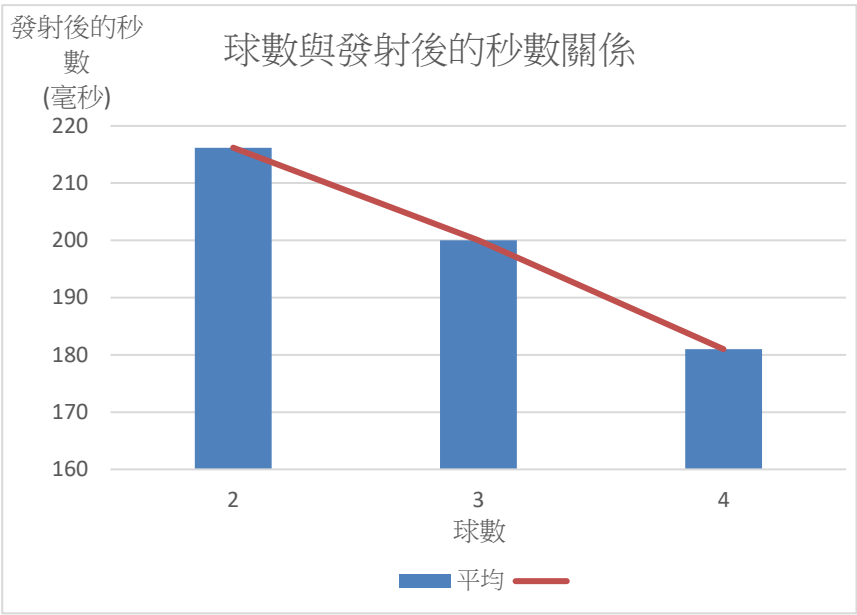
結果與討論：

- 1、從上圖，我們發現磁鐵數與發射後的秒數關係，不是磁鐵數愈多速度愈快
- 2、依上圖，當磁鐵數為 1 時，發射後的時間最高，接近 258 毫秒。當磁鐵數增加到 2 時，時間明顯下降，約 187 毫秒。從磁鐵數 3 開始，時間維持在約 211 毫秒，變化較小。
- 3、單一磁鐵的影響較大：當磁鐵數量為 1 時，可能因為初始磁場較弱，導致加速效果不足，使得發射後時間較長。
- 4、磁鐵數 2-5 時的穩定性：在 2-5 顆磁鐵的情況下，發射後時間變化不大，可能意味著當磁鐵數達到一定程度後，動能傳遞的影響趨於穩定。

四、探討高斯槍中不同球數與發射後的秒數關係

實驗序/ 球數	2	3	4
1	174	203	204
2	173	204	176
3	259	204	175
4	202	175	176
5	201	203	176
6	286	202	176
7	174	230	176
8	231	203	175
9	230	203	176
10	232	173	203
平均	216.2	200	181

表二



圖二

結果與討論

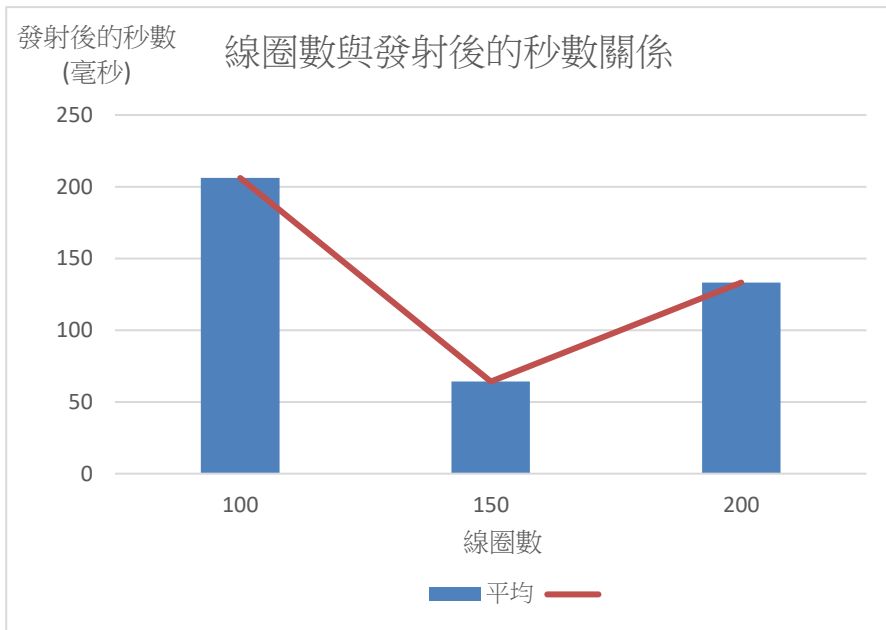
1、當球數為 2 顆時，發射後時間約 216 毫秒。當球數增加到 3 顆時，發射後時間輕微減少至約 200 毫秒。當球數為 4 顆時，發射後時間顯著減少至約 181 毫秒。

2、球數越多，受到強力磁鐵的磁力影響的幅度越小，發射後時間就越快。

五、探討電磁砲的線圈數與發射後的秒數關係

實驗序/ 圈數	100	150	200
1	226	28	169
2	197	155	157
3	217	159	159
4	202	71	156
5	181	24	156
6	197	35	30
7	226	42	183
8	200	43	110
9	210	60	57
10	205	25	156
平均	206.1	64.2	133.3

表三



圖三

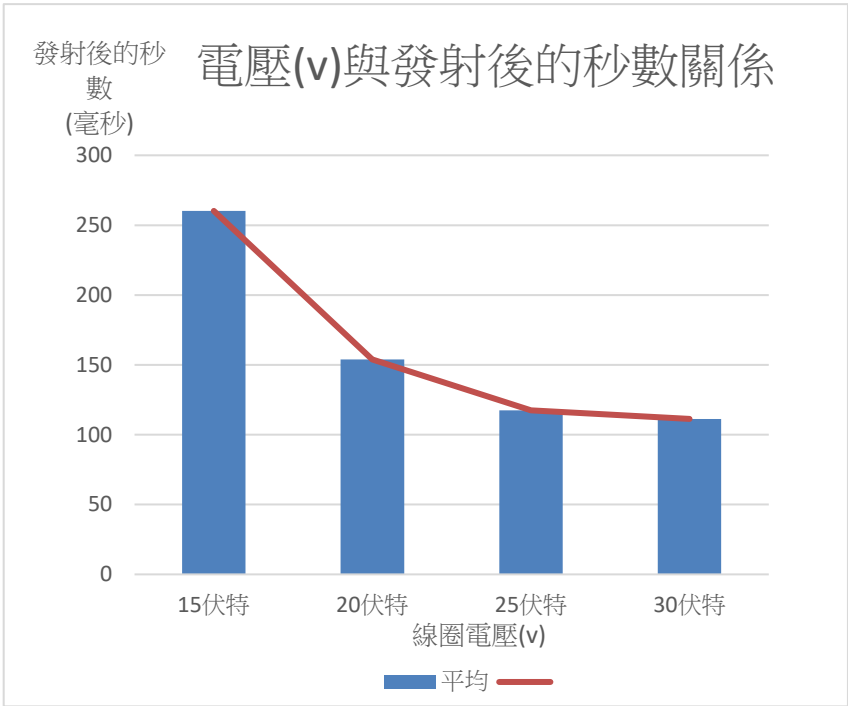
結果與討論

- 1、從上圖，我們發現線圈數與發射後的秒數關係，不是線圈數愈多速度愈快。
- 2、當線圈數為 100 時，發射後時間較高(約 206 毫秒)。當線圈數增加到 150，發射後時間顯著下降(約 64 毫秒)。當線圈數進一步增加到 200，發射後時間又上升(約 133 毫秒)。
- 3、線圈數為100時，磁力較弱，因此發射後時間較長。線圈數為150時，磁力較100圈時強，發射後時間最短。線圈數為200時，磁力最強，所以鐵釘在慣性作用時，容易被磁鐵的磁力影響，發射後時間因此而增加。

六、探討電磁砲的電壓(V)與發射後的秒數關係

實驗序/ 電壓(V)	15 伏特	20 伏特	25 伏特	30 伏特
1	248	168	47	112
2	227	161	123	150
3	238	154	122	108
4	258	150	125	101
5	318	152	123	115
6	279	157	121	103
7	302	154	122	97
8	250	147	150	102
9	234	154	121	106
10	248	142	121	119
平均	260.2	153.9	117.5	111.3

表四



圖四

結果與討論

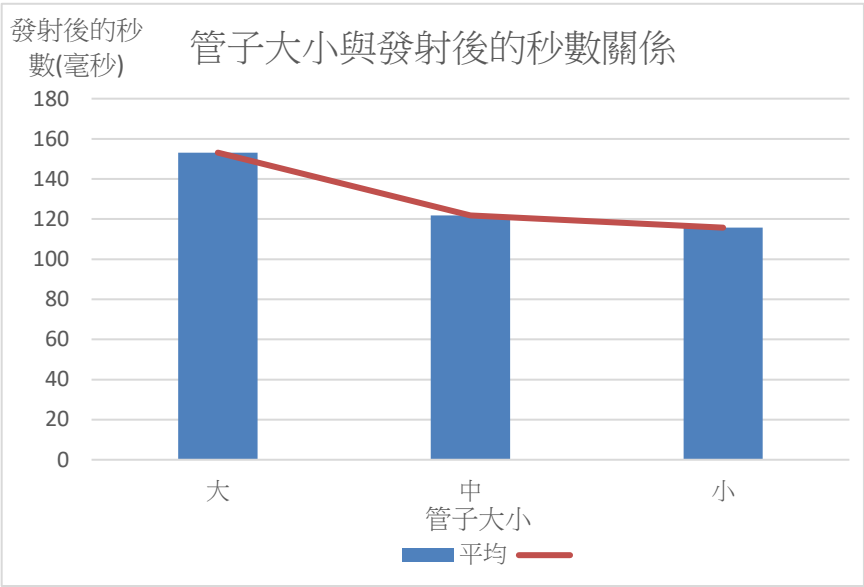
1、15V 時，發射後時間最長，超過 260 毫秒。20V 時，發射後時間下降至約 153 毫秒。25V 時，發射後時間進一步降低至約 117 毫秒。30V 時，發射後時間稍微趨於穩定（約 111 毫秒）。

2、低電壓（15V）時，磁場較弱，導致加速較慢，發射後時間較長。當電壓提升到 25V 以上時，發射後時間的減少幅度變小。

七、探討**電磁砲**的**管子大小**與發射後的秒數關係

實驗序/ 管子大小	大	中	小
1	169	149	118
2	149	38	117
3	155	35	63
4	147	127	124
5	146	132	124
6	148	165	123
7	147	136	119
8	149	138	128
9	171	141	120
10	150	157	121
平均	153.1	121.8	115.7

表五



圖五

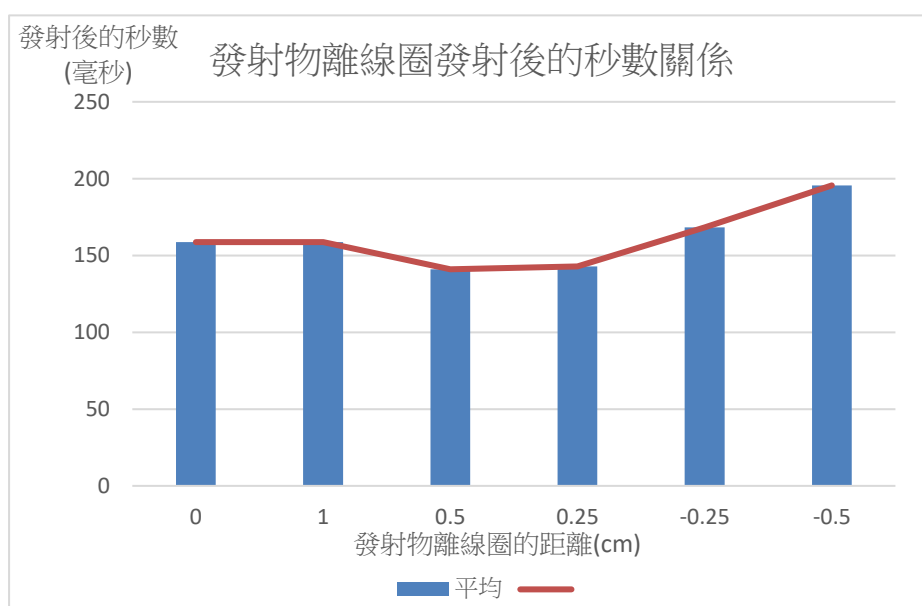
結果與討論：

- 1、大管徑的發射後時間最長（約 **153 毫秒**）。中管徑的發射後時間降低（約 **121 毫秒**）。小管徑的發射後時間最約 **115 毫秒**）。
- 2、大管徑磁場較分散，導致鐵釘受力較弱，加速效果較差。小管徑磁場更加集中，使鐵釘更快達到最高速度。管徑越小，發射後時間越短，但改善幅度逐漸減少。

八、探討電磁砲的發射物離線圈與發射後的秒數關係

實驗序/距離	0	1	0.5	0.25	-0.25	-0.5
1	151	172	141	143	151	197
2	248	159	139	140	167	187
3	140	162	139	150	151	190
4	162	162	138	144	176	198
5	153	157	147	138	167	213
6	146	144	139	149	177	194
7	150	157	141	141	179	187
8	144	167	142	141	173	201
9	146	146	140	142	164	210
10	147	161	144	140	177	179
平均	158.7	158.7	141	142.8	168.2	195.6

表六



圖六

結果與討論

1、當發射物位於 $0 \sim 0.5 \text{ cm}$ 時，發射後時間變化不大，約 150 毫秒。當發射物位置為 -0.25 cm 、 -0.5 cm （深入線圈內）時，發射後時間明顯增加，達到 $160 \sim 200 \text{ 毫秒}$ 。

2、最佳發射位置（約 $0 \sim 0.5 \text{ cm}$ ）

當發射物放置在線圈的 前端時，磁場能有效加速發射物，發射後時間較短。

3、過深（ -0.25 cm , -0.5 cm ）影響效能

若發射物太深入線圈內，可能會因為 慣性作用過小 或 發射後被磁力影響，甚至可能出現吸回線圈的現象。

陸、研究結論

一、高斯槍

- 1、磁鐵數與發射後的秒數關係，不是磁鐵數愈多速度愈快。且磁鐵數量為 1 時，初始磁場較弱，發射後時間較長；在 2-5 顆磁鐵的情況下，磁力的影響逐漸變小，發射後時間趨於穩定。
- 2、球數越多，受到強力磁鐵的磁力影響的幅度越小，發射後時間就越快。

二、電磁砲

- 1、線圈數為100時，磁力較弱，因此發射後時間較長。線圈數為150時，磁力較100圈時強，發射後時間最短。線圈數為200時，磁力最強，所以鐵釘在慣性作用時，容易被磁鐵的磁力影響，發射後時間因此而增加。
- 2、低電壓（15V）時，磁場較弱，導致加速較慢，發射後時間較長。當電壓提升到 25V 以上時，發射後時間的減少幅度變小。
- 3、大管徑磁場較分散，導致鐵釘受力較弱，加速效果較差。小管徑磁場更加集中，使鐵釘更快達到最高速度。管徑越小，發射後時間越短，但改善幅度逐漸減少。
- 4、當發射物放置在線圈的前端（約 0 ~ 0.5 cm）時，磁場能有效加速發射物，發射後時間較短。若發射物太深入線圈（-0.25 cm, -0.5 cm）內，可能會因為慣性作用過小 或 發射後被磁力影響，甚至可能出現吸回線圈的現象。

柒、參考資料及其它

一、【Fun 科學】真・高斯槍的實彈射擊(鐵釘的穿刺力)

取自：<https://www.youtube.com/watch?v=xTEhMdI184A>

二、【Fun 科學】牛頓擺擺看

取自：<https://www.youtube.com/watch?v=sKcblMlayts>

三、【Fun 科學】超・電磁砲(噴飛的硬幣)

取自：<https://www.youtube.com/watch?v=sKcblMlayts>

四、【Arduino】LCD I2C 模組使用教學

取自：<https://crazymaker.com.tw/arduino-lcd-i2c-tutorial/>