

2023 仰望盃全國科學 HomeRun 實作大賽 複賽作品說明書

隊伍名稱：Boycott

作品名稱：搖一搖，擺一擺

隊員：陳廷富、簡辰峻、吳澄祐

指導老師：施凡斐

科學概念 1：抵制效應
如果顆粒懸浮在密度低於顆粒的液體中，顆粒將沉降到容器底部。傾斜盛放液體的容器角度會影響沉降速度。解釋這一現象並研究相關參數的影響。

科學概念 2：光敏電阻

光敏電阻，又稱光電阻，是利用光電導效應的一種特殊的電阻，它的電阻和入射光的強弱有直接關係。光強度增加，則電阻減小；光強度減小，則電阻增大。

伺服馬達

伺服馬達(Servo)，。常見於玩具、機器手臂、機器人等用途，一般型式的伺服馬達可以旋轉180度，而且可以被我們透過PWM精準的控制旋轉角度。Arduino Uno可以控制12個伺服馬達。伺服馬達款式型號非常多，本篇以最常見的SG90為例來進行介紹我們的操作變因是:0;90;150角度看沉降速率

複賽構想說明書內文

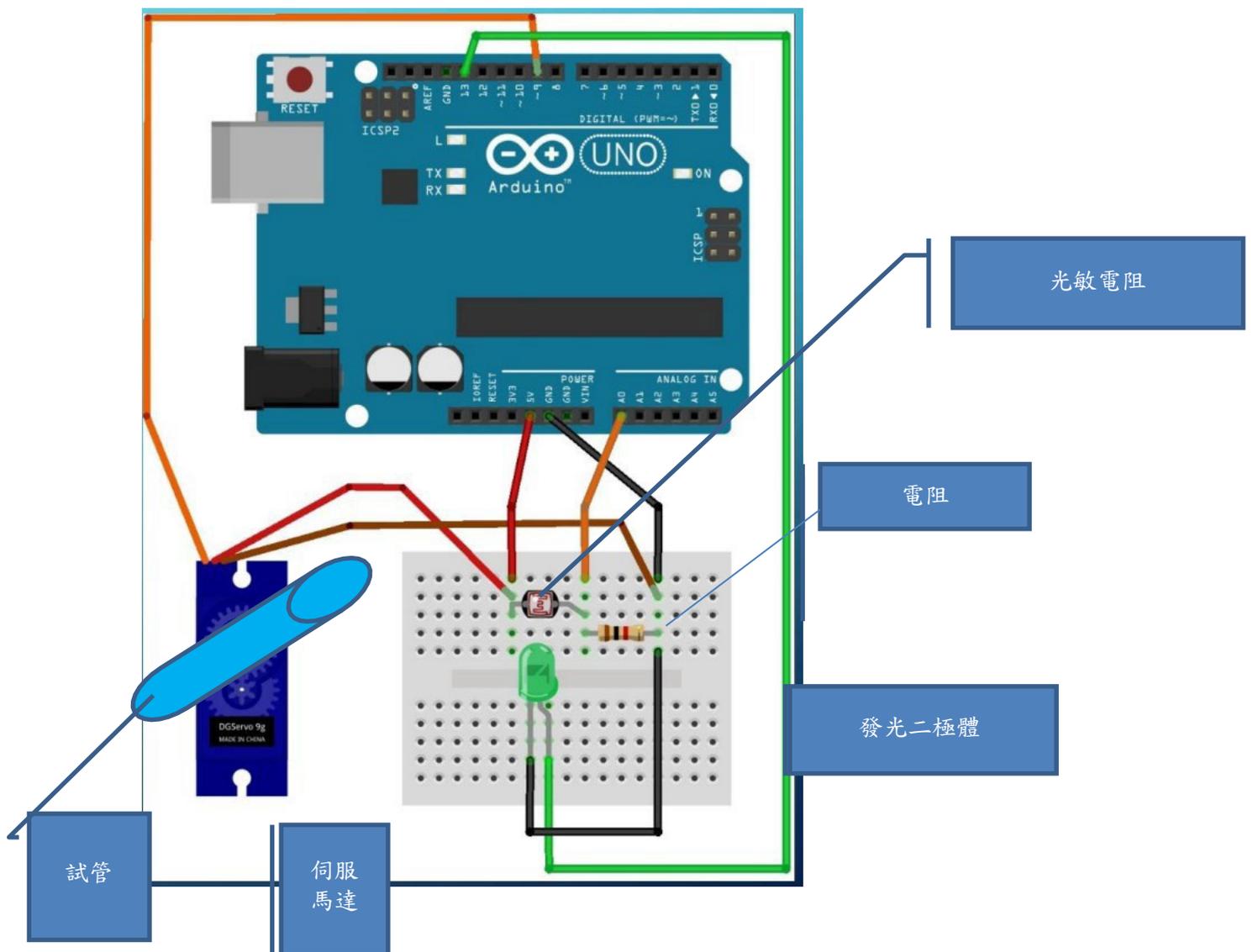
1. 發想動機：

寒假中參加了科探營，對溶液粒子的沉降想深入的探究，也結合理化課本正在進行的課程，溶液、膠態溶液、對流、密度等，結合ARDUINO+光敏電阻+伺服馬達的程式，可以有更量化的數據解釋溶液粒子現象

2. 硬體及電路架構圖：

結合 光敏電阻 與 伺服馬達，做 抵制效應 實驗

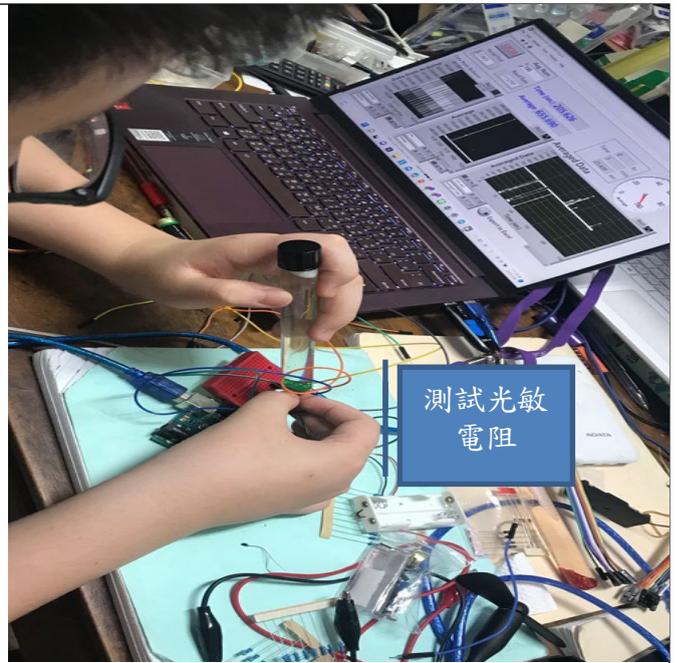
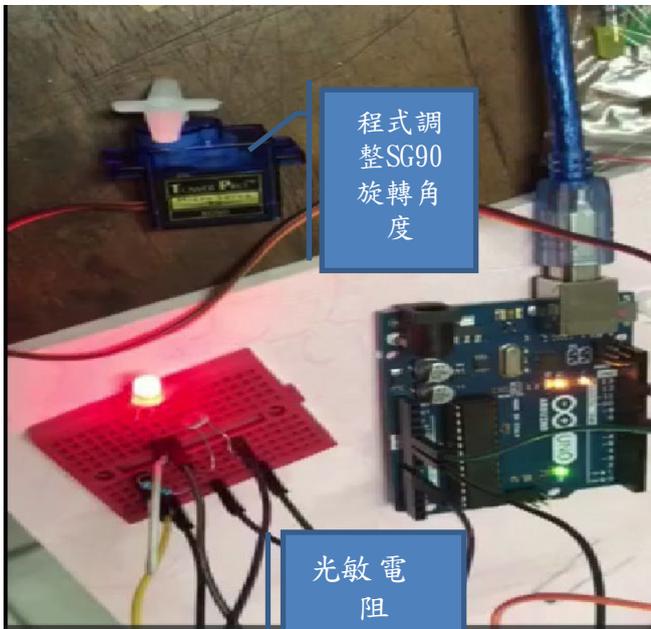
試管架設在 LED燈 與 光敏電阻 之間， 伺服馬達 帶動 麵包板與試管 一起轉動



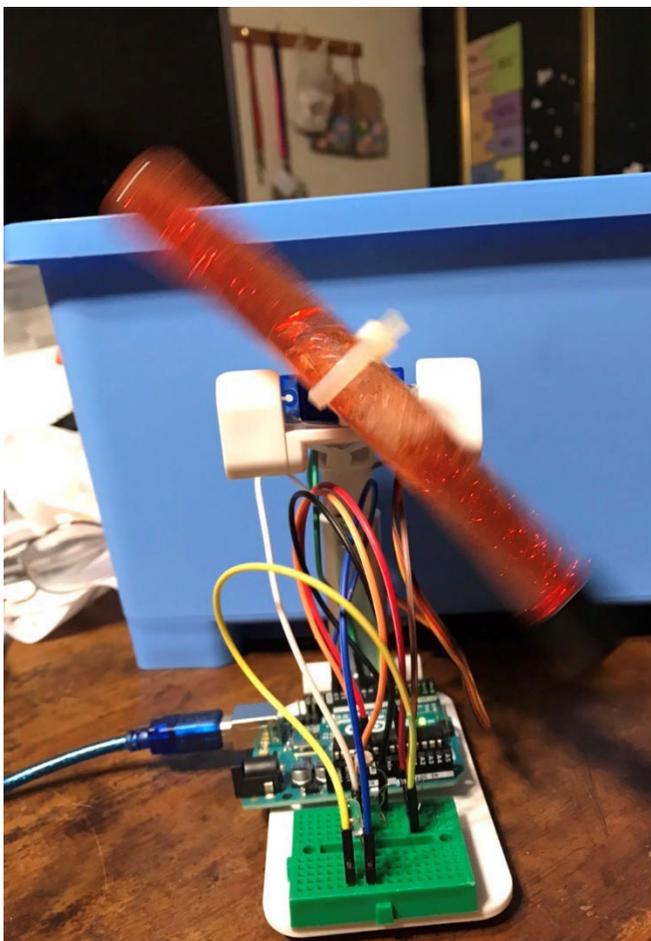
2、arduino搭配圖形化軟體labview即時得知時間和光敏電阻、電流、功率的關係。

3. 作品預計成果及應用：

(一)初步組裝測試抵制效應說明



利用手機架來固定伺服馬達



組裝固定試管，修改伺服馬達程式
0 度、30度、90 度

```
#include <Servo.h> //載入函式庫，這是內建的，不用安裝

Servo myservo; // 建立SERVO物件

void setup() {
  myservo.attach(9); // 設定要將伺服馬達接到哪一個PIN腳
}

void loop() {
  myservo.write(0); //旋轉到0度，就是一般所說的歸零
  delay(1000);
  myservo.write(90); //旋轉到90度
  delay(1000);
  myservo.write(150); //旋轉到180度
  delay(1000);
  myservo.write(90);
  delay(1000);
}
```

(二)實際實驗流程圖表說明

(1)第一段boycott effect程式

```
#include <Servo.h> // 引入含式庫 Servo.h

Servo myservo; // create servo object to control a servo
// twelve servo objects can be created on most boards

int servoPin = 9; // 設定 伺服馬達 連接pin
int pos = 0; // variable to store the servo position
float R0 = 1000.0; // 設定 已知電阻 R0 的電阻值, 此處 R0 = 1千歐姆 (1 kΩ)
float I = 0.0; // 設定 電流 I 的初始值
float voltage = 0.0; // 設定 接點電壓voltage 的初始值
float Rx = 0.0; // 設定 未知電阻Rx 的初始值
unsigned long waitTime = 20000; // 設定 等待時間, 單位 ms
unsigned long time0;

void setup() {
  myservo.attach(servoPin); // attaches the servo on pin 9 to the servo object
  pinMode(13, OUTPUT);
  Serial.begin(115200); // 設定 序列埠 鮑率 Serial Port begin (為提高傳輸效率, 此值較一般設定值9600高出許多)
  while(!Serial){;} // 當 序列埠(Serial) 未就位時, 等待(執行空白)
}
```

第一段程式說明:

- 1、伺服馬達歸零;
- 2、設定電阻值1000歐姆;
- 3、電流電壓歸零;
- 4、設定等待時間為20s, (讓亮粉可以完全沉降到試管的頂部)
- 5、伺服馬達的輸出訊號13號腳位
- 6、設定鮑率(傳輸速度為115200/秒)

(2)第二段程式boycott effect

```
void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)

  for (pos = 0; pos <= 220; pos += 1) { // goes from 0 degrees to 180 degrees
    // in steps of 1 degree
    myservo.write(pos); // tell servo to go to position in variable 'pos'
    delay(15); // waits 15 ms for the servo to reach the position N
  }

  delay(10); // 等待 伺服馬達 到達定位並穩定
  myservo.detach(); // 讓 伺服馬達 控制停止, 避免伺服馬達抖動

  time0 = millis(); // 取得開始計時的時間 time0
  while(millis()-time0 < waitTime){ // 當 經過的時間 小於 等待時間, 執行以下指令
    voltage = 5.0*analogRead(A0)/1023.0; // 從 A0 腳位讀入 類比訊號, 換算成 電壓值 (存入變數 voltage 中)
    I = voltage/R0; // 計算出通過R0的 電流 I (歐姆定律 voltage = I*R0)
    Rx = (5.0-voltage)/I; // 從 已知電阻 R0 與未知電阻 Rx 的中間點分壓, 計算出未知電阻 Rx 的電阻值
    // 歐姆定律 電壓差 = 5-voltage = I*Rx
    Serial.println(Rx, 3); // 將電阻值 Rx 送到 序列埠暫存器 (取精度小數下3位), 並換行
    Serial.flush(); // 等待 序列埠暫存器 傳完(清空)
  }
}
```

第二段程式說明:

- 1、伺服馬達13腳位輸出高電位
- 2、試管反轉180度, 亮粉等待沉降時間20秒,
- 3、伺服馬達硬體上都會有機械上誤差, 所以必須手動校正接近垂直地面的角度(220度)
- 4、光敏電阻, 它的電阻和入射光的強弱有直接關係。
- 5、光敏電阻(未知電阻 Rx) 與1 kΩ電阻(已知電阻R0)串聯 4. Rx電阻一端接5V, R0電阻一端接地, 中間分壓送到Arduino A0 讀取電壓, 程式換算得到Rx電阻值, 傳回電腦觀察光敏電阻照光強弱時, 電阻值的變化

$$V = 5.0 * \text{analogRead}(A0) / 1023.0;$$

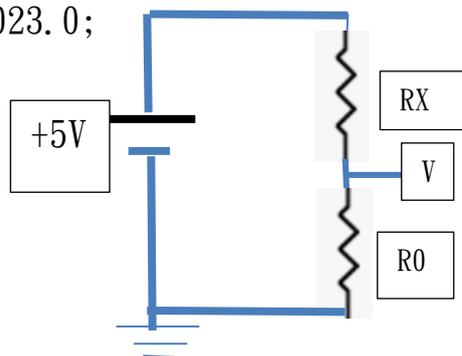
$$I = V / R0$$

歐姆定律 電壓差

$$= 5 - V = I * Rx$$

光強度增加, 則電阻減小;

光強度減小, 則電阻增大。



第三段boycott effect程式

```
myservo.attach(servoPin); // 恢復 伺服馬達 控制
for (pos = 180; pos >= 30; pos -= 1) { // goes from 180 degrees to 0 degrees
  myservo.write(pos); // tell servo to go to position in variable 'pos'
  delay(15); // waits 15 ms for the servo to reach the position` `
}
delay(10); // 等待 伺服馬達 到達定位並穩定
myservo.detach(); // 讓 伺服馬達 控制停止，避免伺服馬達抖動

time0 = millis(); // 取得開始計時的時間 time0
while(millis()-time0 < waitTime){ // 當 經過的時間 小於 等待時間，執行以下指令
  voltage = 5.0*analogRead(A0)/1023.0; // 從 A0 腳位讀入 類比訊號，換算成 電壓值 (存入變數 voltage 中)
  I = voltage/R0; // 計算出通過R0的 電流 I (歐姆定律 voltage = I*R0)
  Rx = (5.0-voltage)/I; // 從 已知電阻 R0 與未知電阻 Rx 的中間點分壓，計算出未知電阻 Rx 的電阻值
  // 歐姆定律 電壓差 = 5-voltage = I*Rx
  Serial.println(Rx,3); // 將電阻值 Rx 送到 序列埠暫存器(取精度小數下3位)，並換行
  Serial.flush(); // 等待 序列埠暫存器 傳完(清空)
}
```

由程式調整角度，到30度
在試管傾斜時，光敏電阻
受到流動亮片遮光的情況
和沒有傾斜時遮光的對照
情況

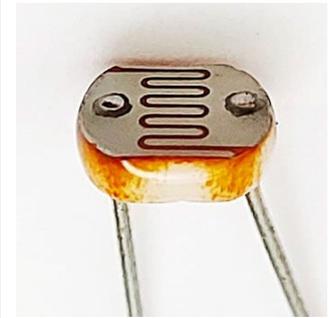
照射位置：試管中央

LED 顏色：綠色

粉末顏色：紅色

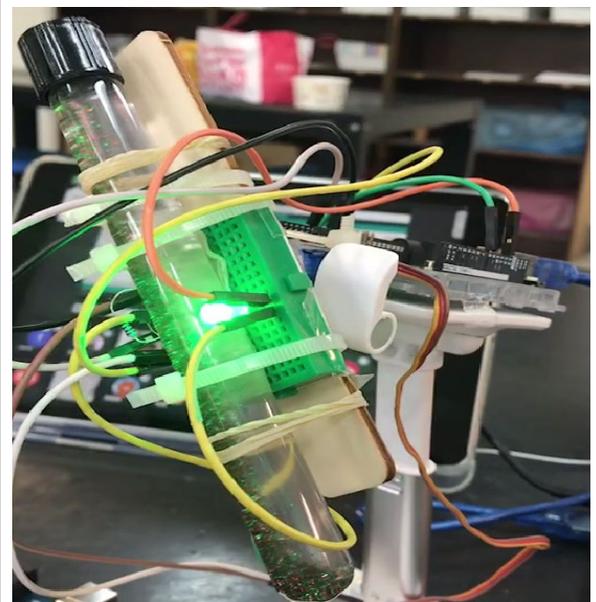
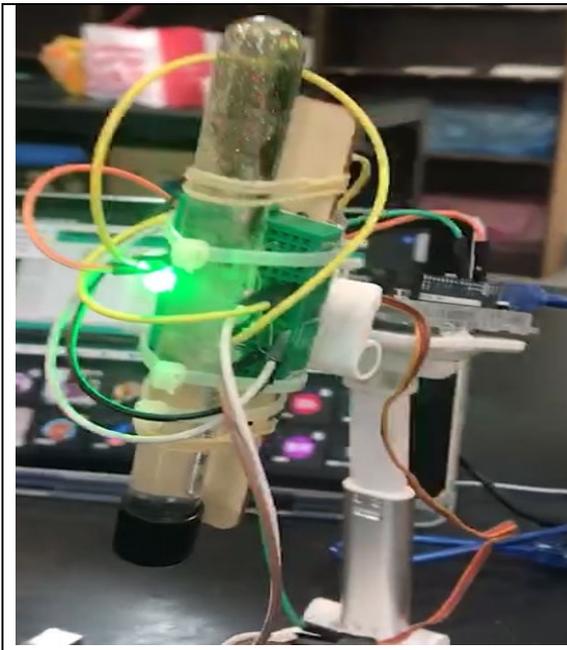
操作變因：溶液沉降角度

光敏電阻：



(4)測定抵制效應的精確方法 覺得用 Arduino 序列埠監控視窗 或是 序列繪圖家 太難
觀察訊號 不方便做存檔紀錄，搭配 LabVIEW 程式

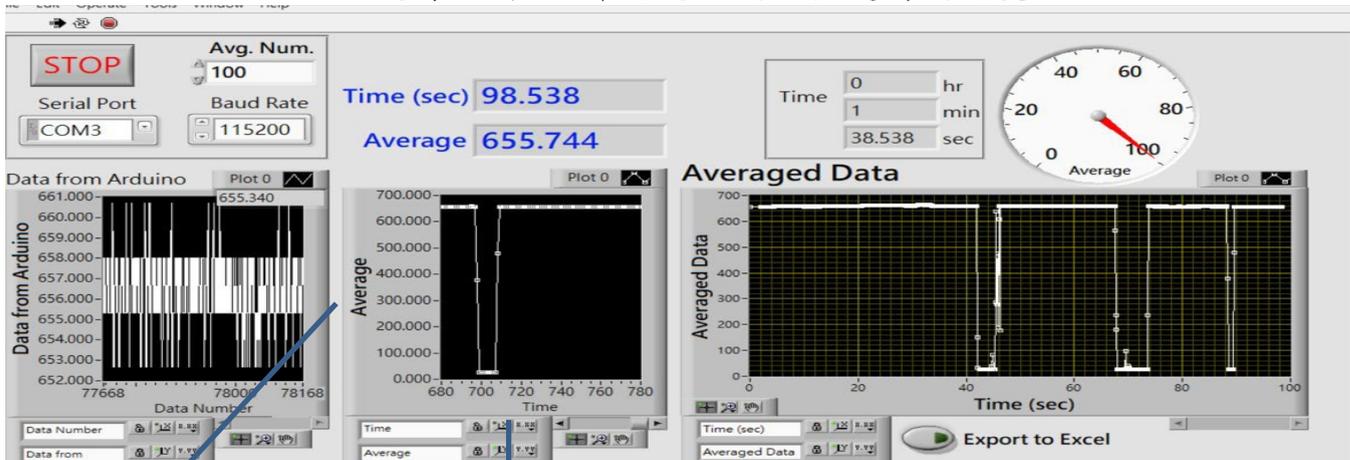
。



由arduino uno程式控制伺服馬達，讓試管完全倒立垂直，為了讓光敏電阻偵測數值明顯，加入亮片讓對流明顯，使亮片完全沉降到底部，程控的目的是取代手控，減少人為誤差。反轉到30度位置，光敏電阻偵測流動亮粉遮光情形

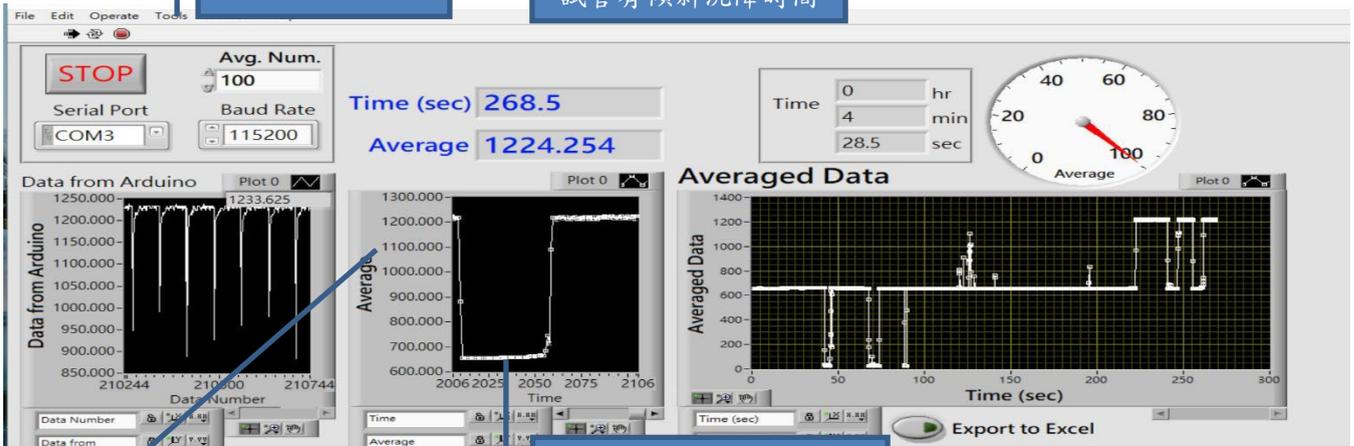
(5) labview輸出光敏電阻的數據

- 附上 LabVIEW 儀表介面所呈現的 垂直($\theta = 90$ 度不傾斜)
- $\theta = 30$ 度有傾斜 沉降的光訊號數值隨時間的變化



沉降遮光
光敏電阻的數值

30度
試管有傾斜沉降時間



沉降遮光
光敏電阻的數值

90度
試管沒有傾斜沉降時間

(2) 傾斜容器內顆粒加速沉降之數值研究

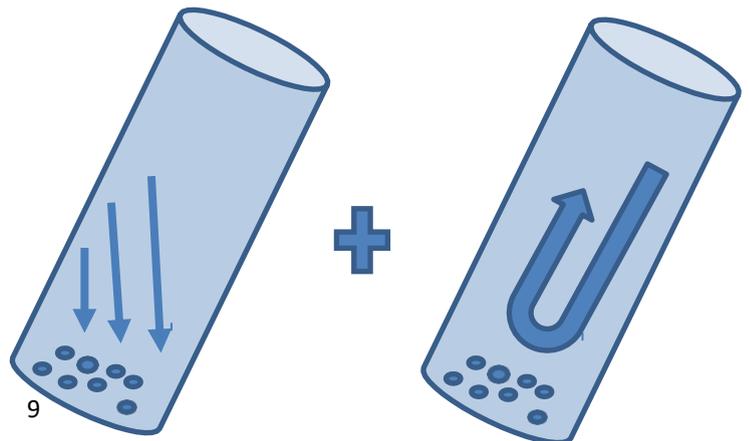
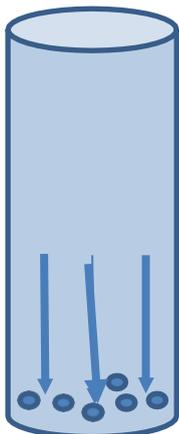
初步發現有傾斜試管，抵制效應明顯，沉降的時間縮短

三、實驗結果理論分析

1、實驗組和對照組

僅受重力沉降

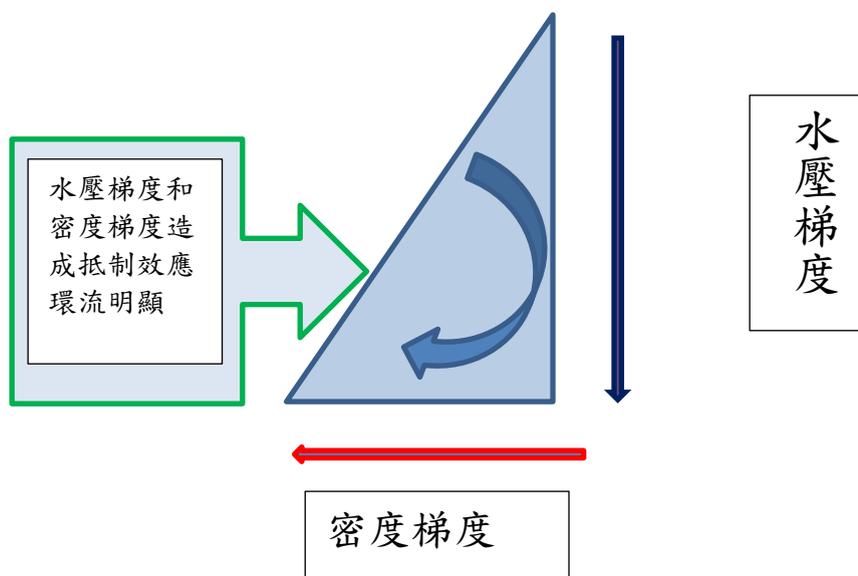
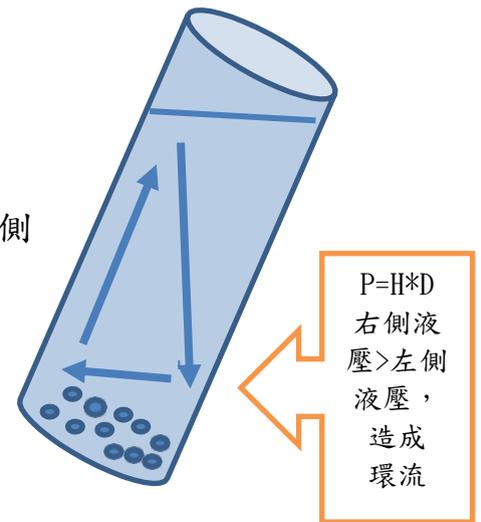
boycott effect: 重力沉降+液體對流環流



2、實驗結果原理分析

分析抵制效應傾斜試管明顯的原因：

- (1) 國中理化課本有提到 $P=h*d$ (液體壓力=深度*密度)
- (2) 試管傾斜，導致水面傾斜，產生了壓力差，水流會從水壓高的流向水壓低，造成環流
- (3) 有亮粉的液體，**密度差異**更大加遽了試管內右側和左側液壓的差異，環流的現象更明顯
- (4) 密度差異現象就類似氣壓梯度，亮粉愈多或試管愈大水流密度梯度愈密集，對流明顯，抵制效應明顯，使環流持續，直到穩定，程式上要設定穩定的時間。
- (5) 所以抵制效應可視為水流+亮粉流的綜合效應
水流造成水壓力差，密度造成



5、參考文獻:維基百科

1、labview程式的簡介 (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench, 實驗室虛擬儀器工程平台)

§ LabVIEW 提供豐富實用的函式庫，如 訊號擷取、訊號分析、機器視覺、數值運算、邏輯運算、聲音震動分析、資料儲存... 等

2、光敏電阻原理

光敏電阻 (英語: Photoresistor)，又稱**光電阻**、**光導體**、**光導管**，是利用**光電導效應**的一種特殊的**電阻**，它的電阻和入射光的強弱有直接關係。光強度增加，則電阻減小；光強度減小，則電阻增大。

