

你 相信「光」嗎

從LED射入生活中的
五顏六色的
光

新竹女中 11103李滄語 11132趙品瑜





目錄

1

研究動機

2

探究實驗

3

實驗原理

4

實驗內容

5

問題 & 解決

6

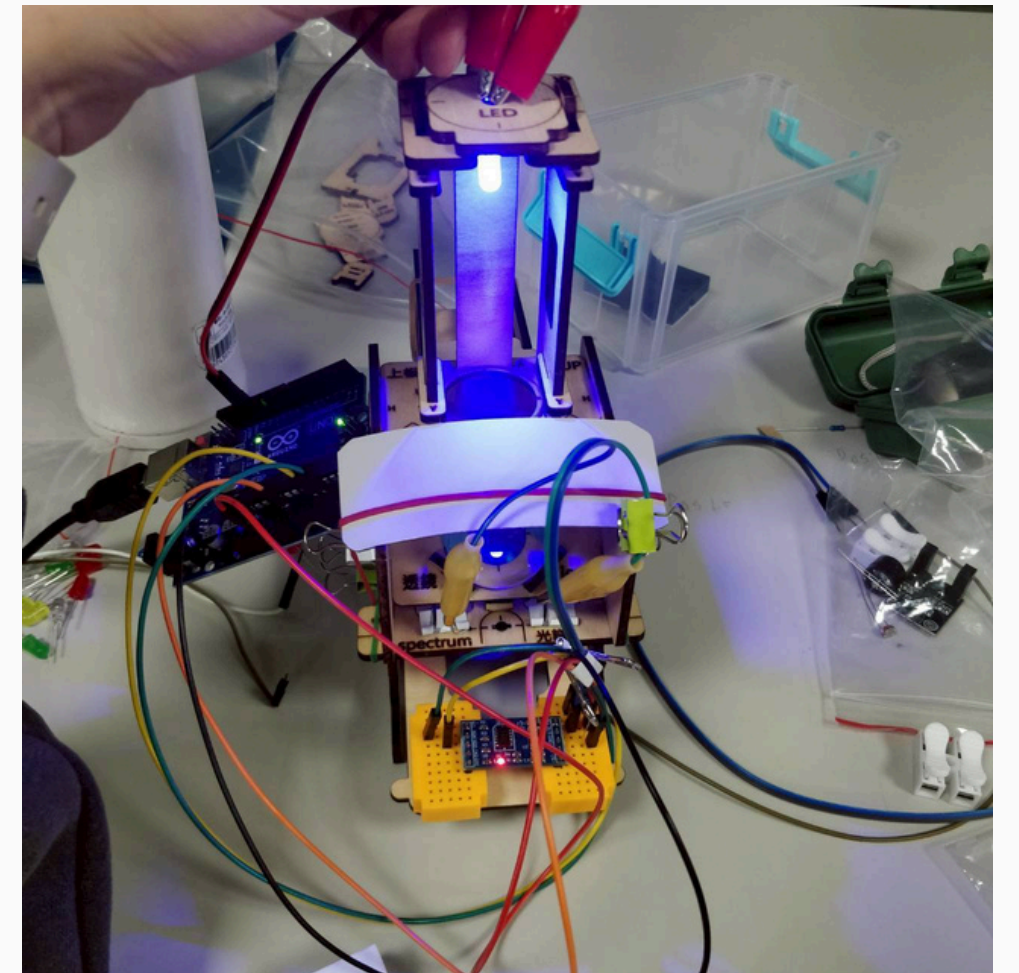
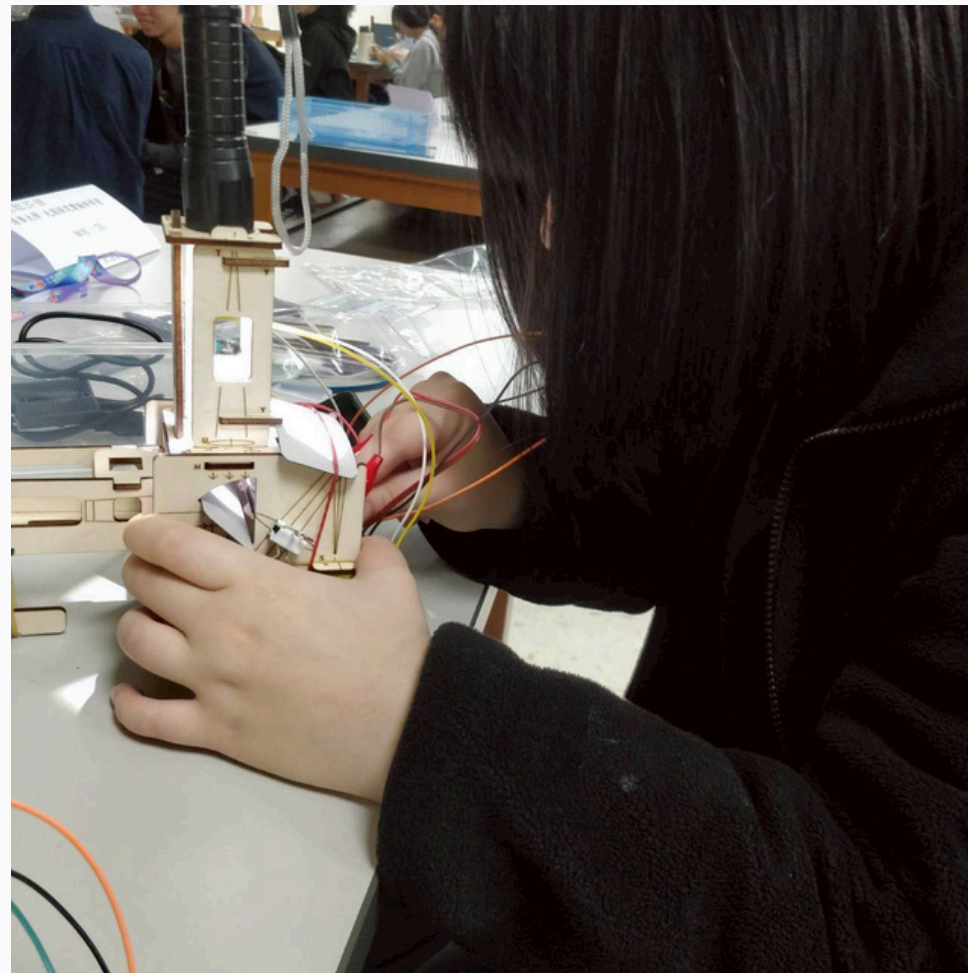
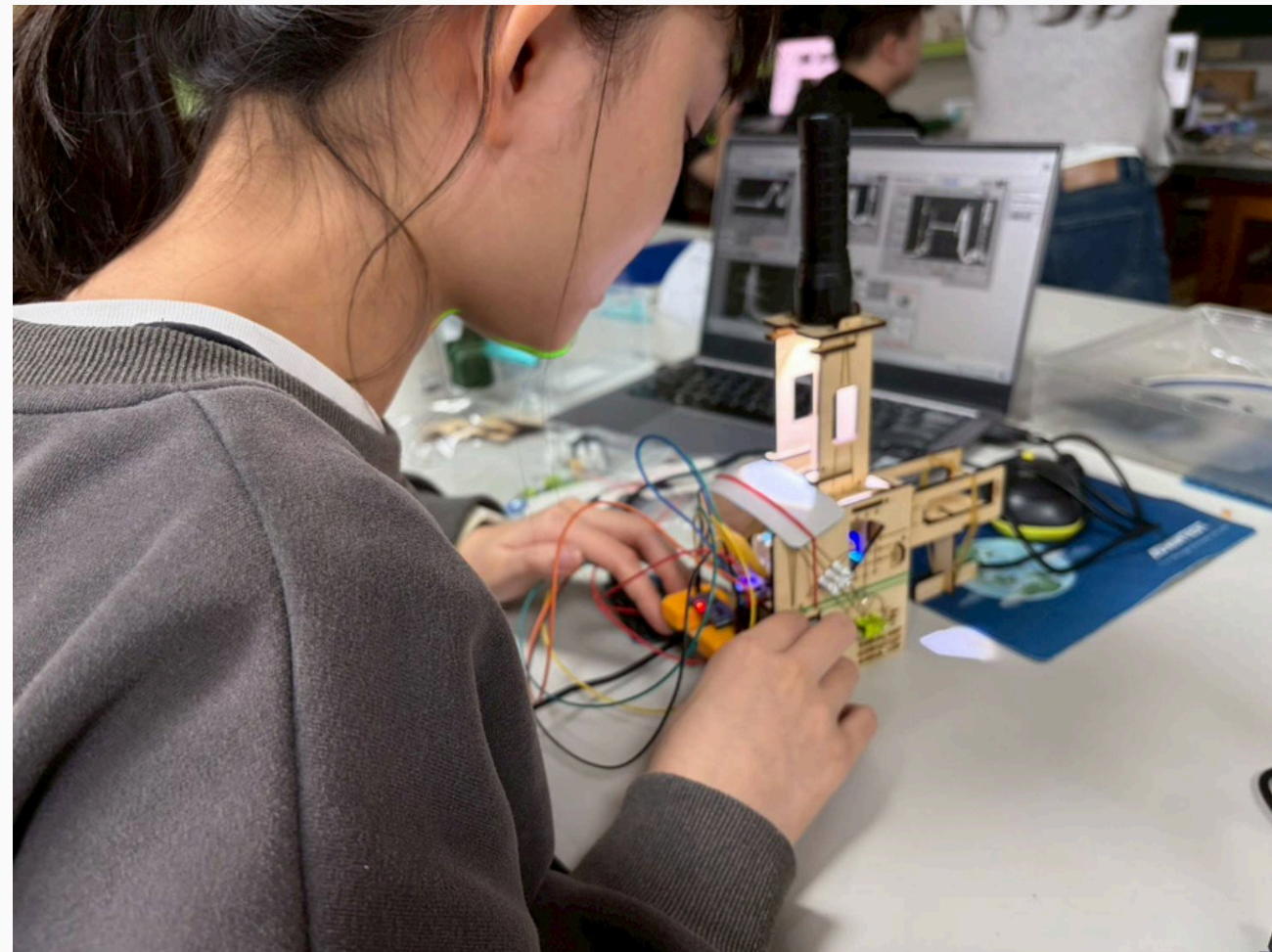
參考文獻

研究動機

啟發:清大的光譜探究實驗科學營

結合課內知識:量子力學相關概念

核心概念:培養科學探究與實作素養，將課本內容活用



探究實驗

[探究內容]

測量各色LED燈的波長

測量各色LED燈的電流電壓曲線(I-V曲線)，並找出截止電壓值

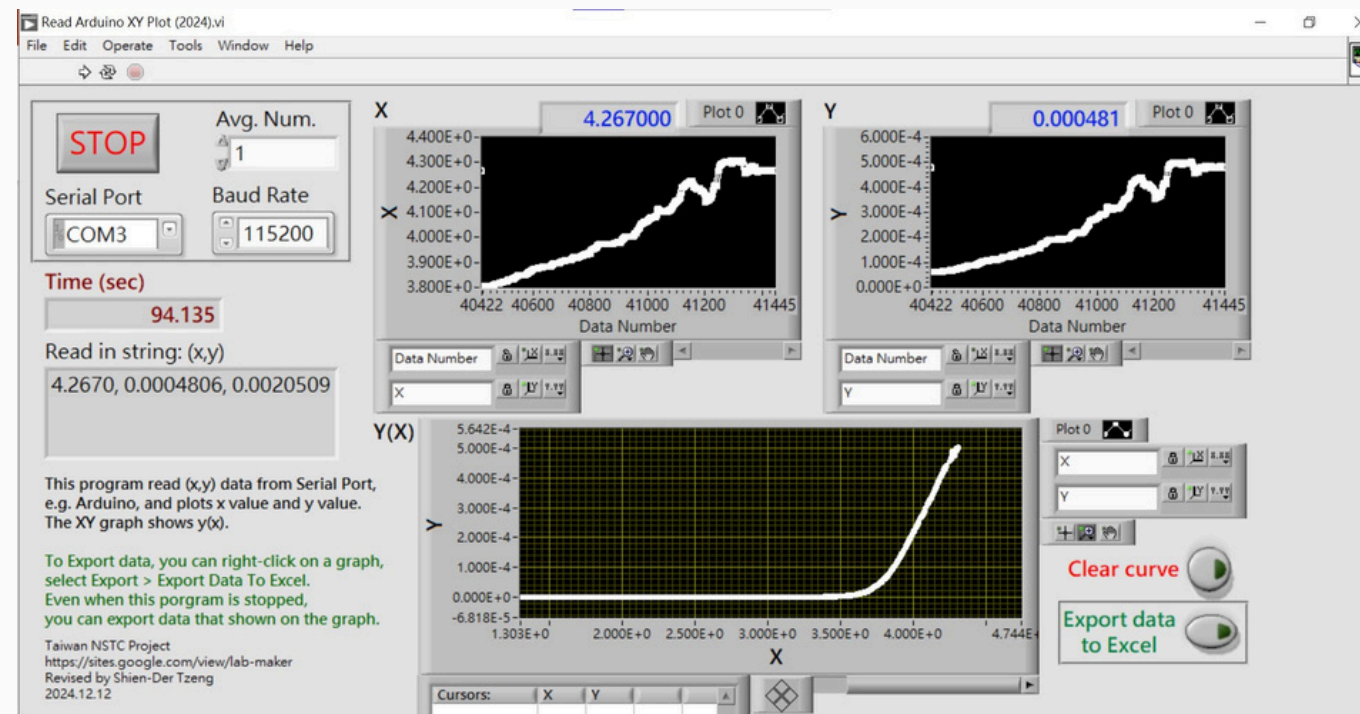
利用公式求得普朗克常數

[延伸討論]

將LED燈串/並聯對截止電壓的影響

[實驗工具/資源]

LabVIEW 虛擬儀表、Arduino 程式



實驗原理

實驗原理:電流流過 pn 接面時，電子電洞結合會放出光

假設 ΔV 等於 LED兩端的偏壓，電子電洞復合時釋放的能量 $E = e \Delta V$

註: 此處忽略熱能(溫度)對電子能量及二極體特性的影響

電子釋出能量 $E = e \Delta V$

光子能量 $E = h f = h c / \lambda$

可得 $h c / \lambda = e \Delta V$, $\Delta V \lambda = h c / e$

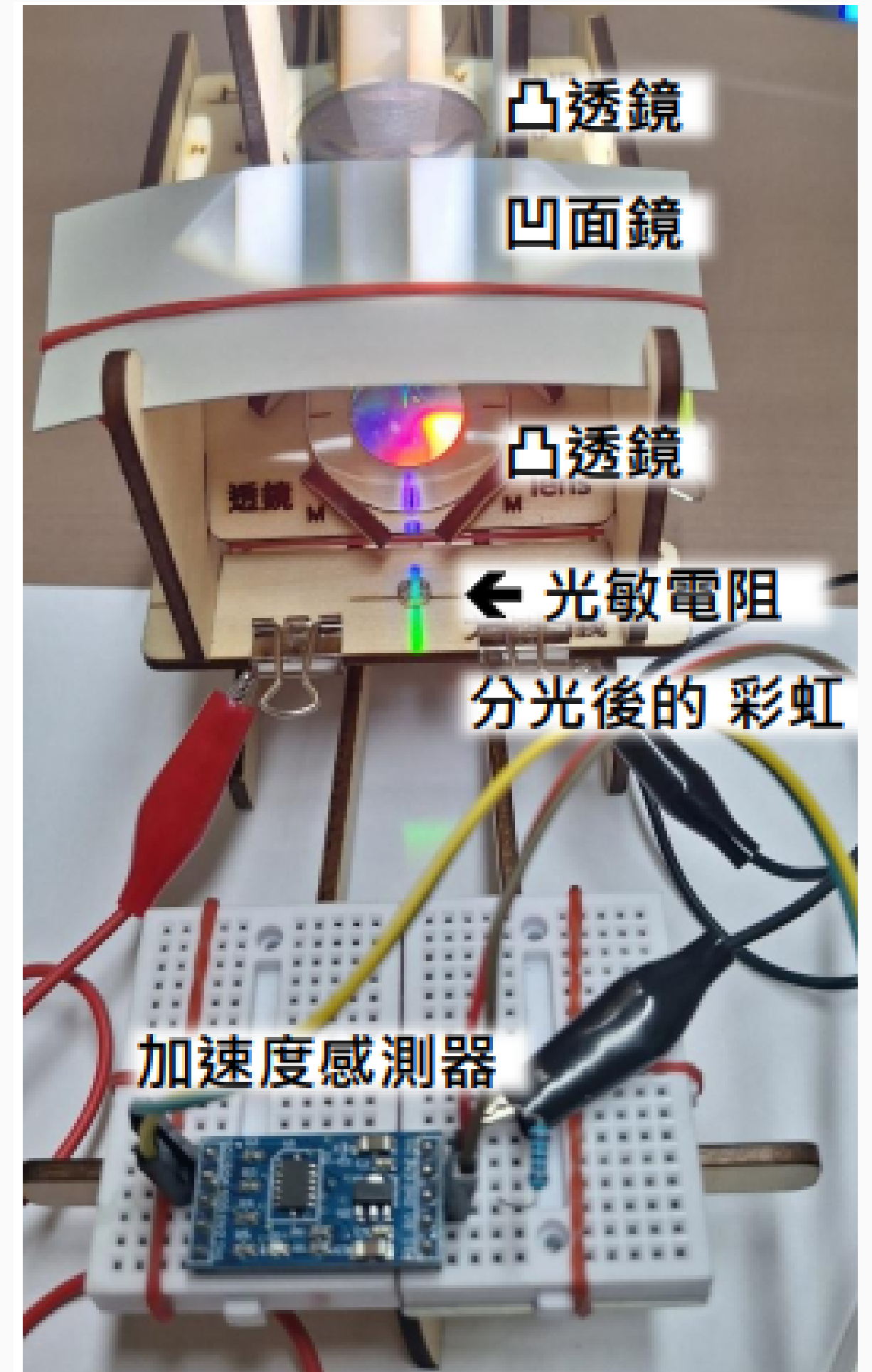
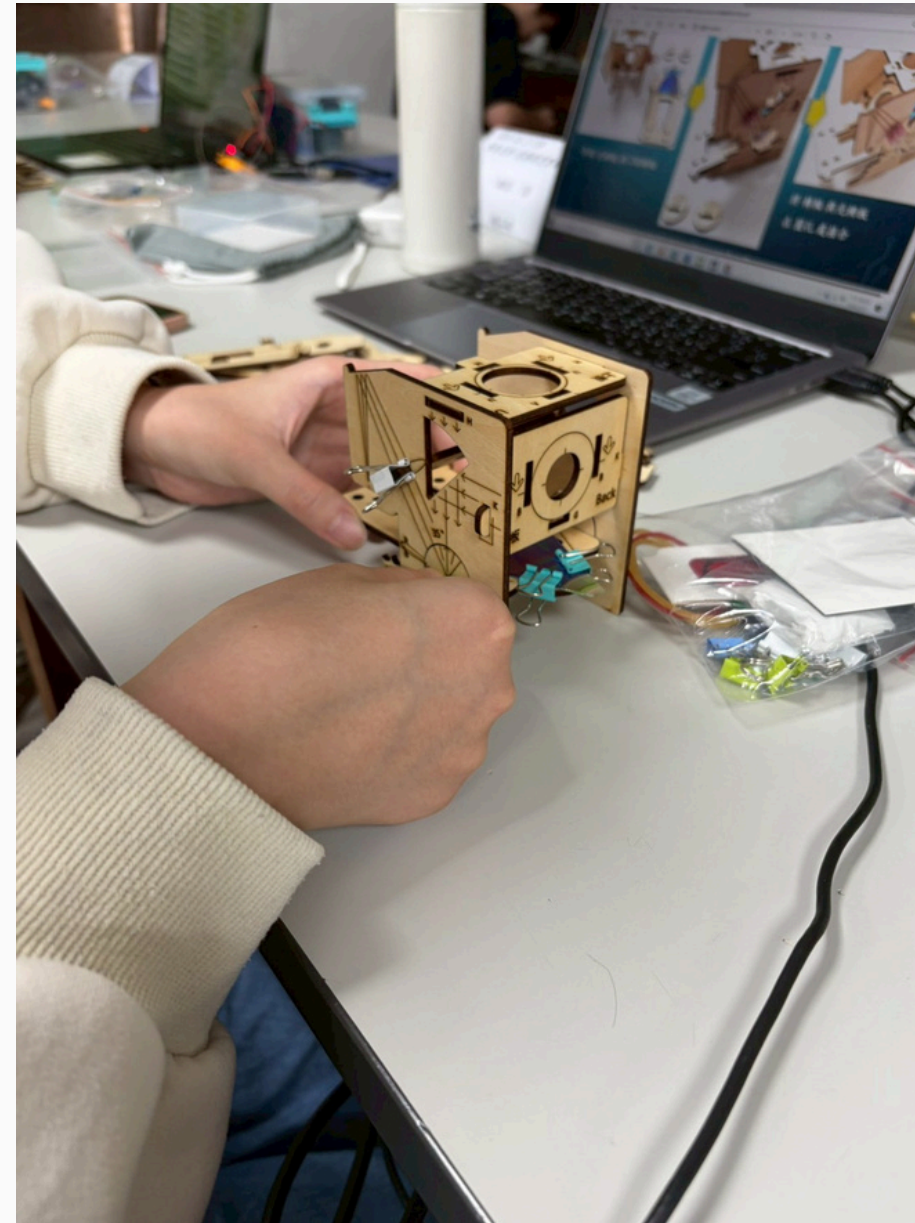
普朗克常數 $h = 6.62607015 \times 10^{-34} \text{ (J}\cdot\text{s)}$

光速 $c = 299792458 \text{ (m/s)}$

電子電量 $e = (-)1.6021766208 \times 10^{-19} \text{ (C)}$

自製簡易光譜儀

- 藉由在清大所得到的教材親手將光譜儀組裝完成。
- 光譜儀使用原理:透過 Arduino開發板，搭配光敏電阻讀取光強度，加速度感測器讀取角度，得到波長。



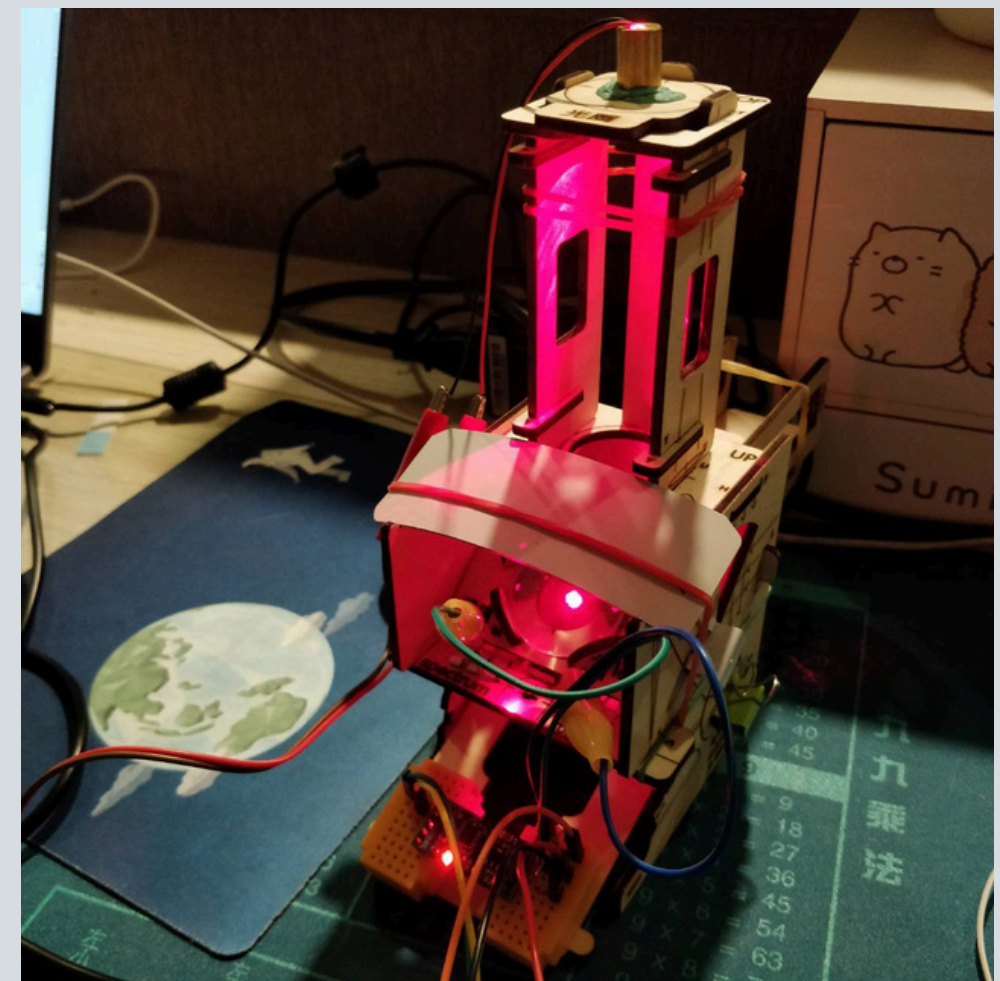
校正光譜儀

目的:

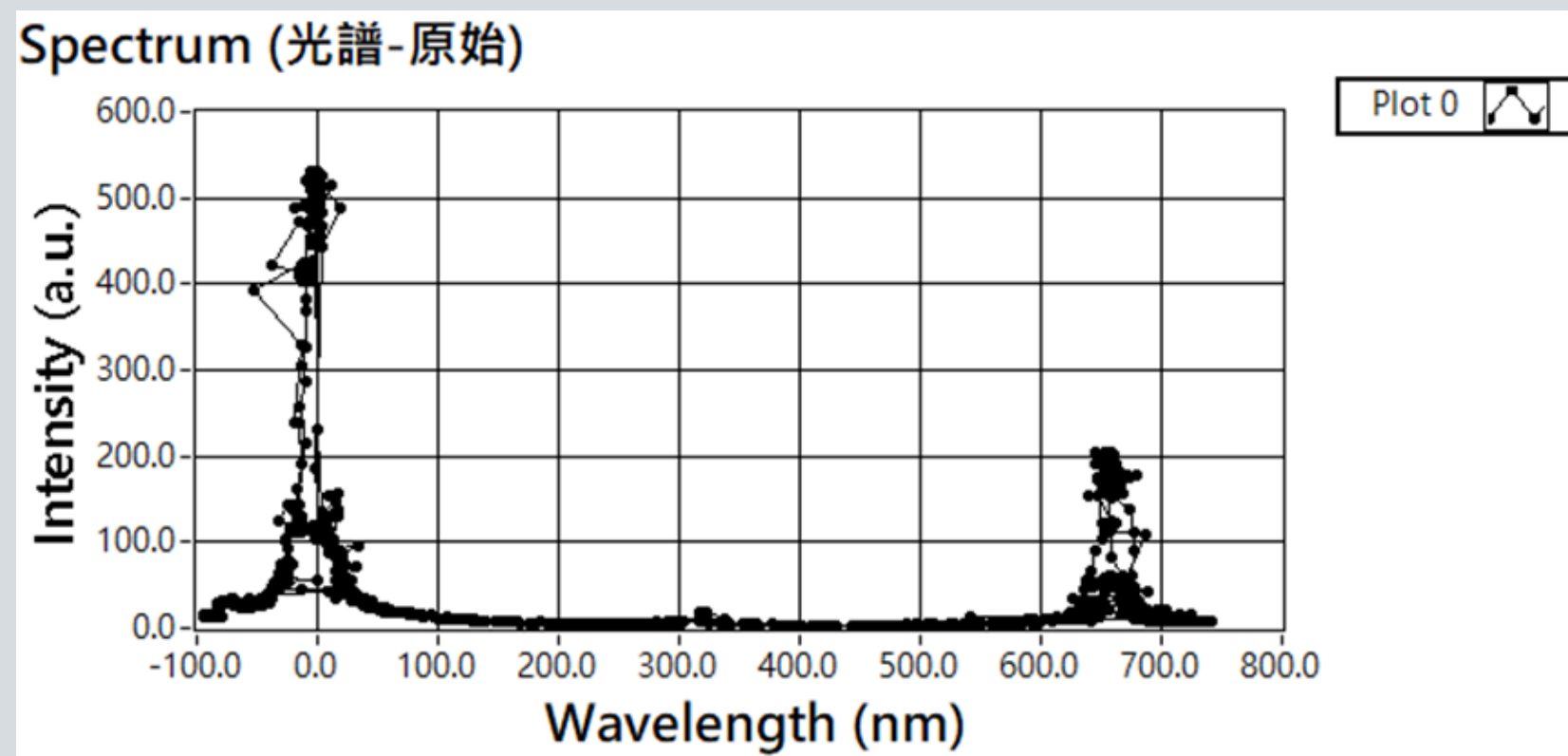
用雷射光修正原點角度與光柵距離

步驟:

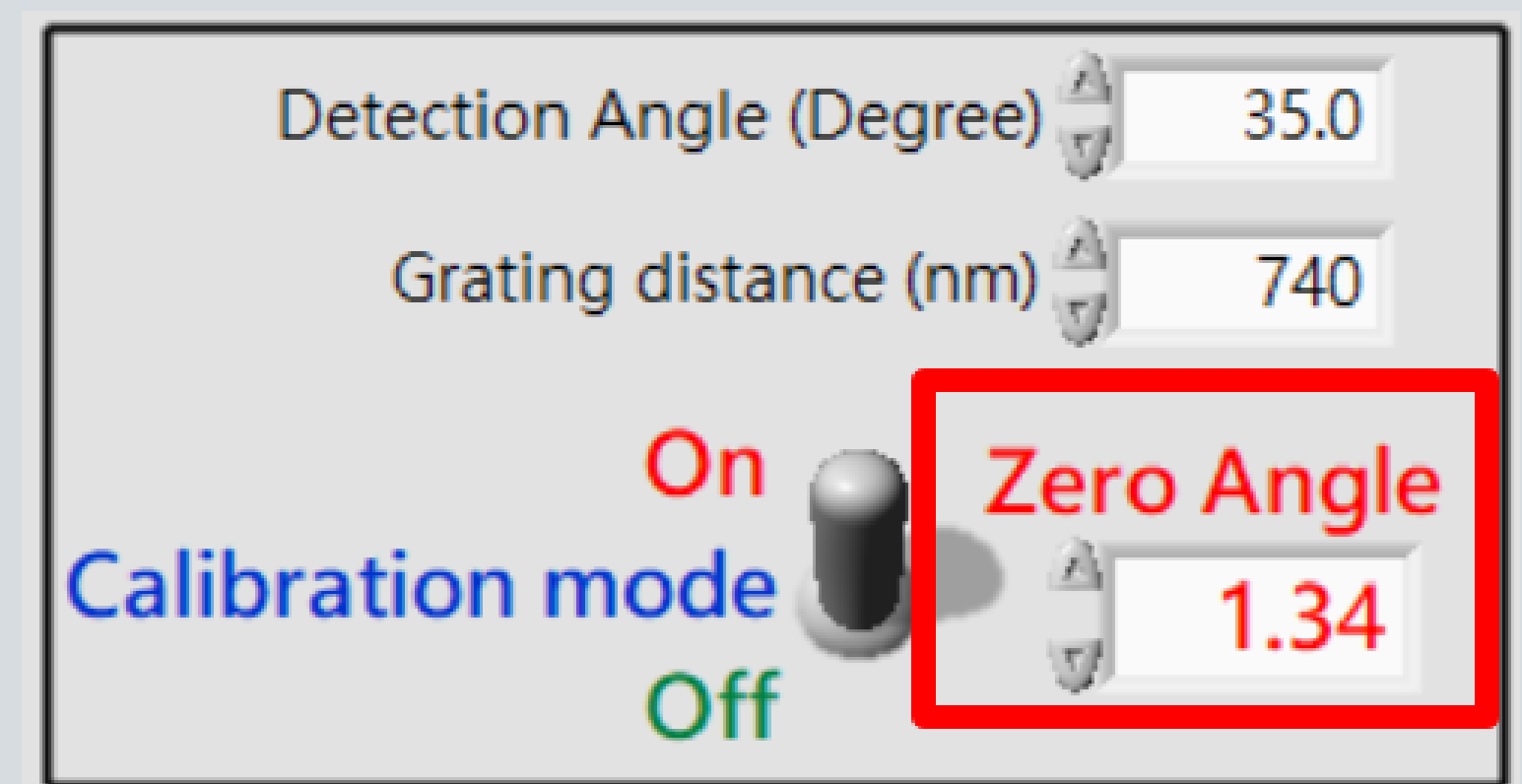
1. 假設紅色雷射光為標準光源，波長為650nm
2. 將 LabVIEW 切換到校正模式
3. 調整Zero Angle使直接反射的雷射光出現在 波長 0 nm 的地方
4. 調整光柵距離 使紅光雷射波長出現在 650 nm 的地方



實驗圖



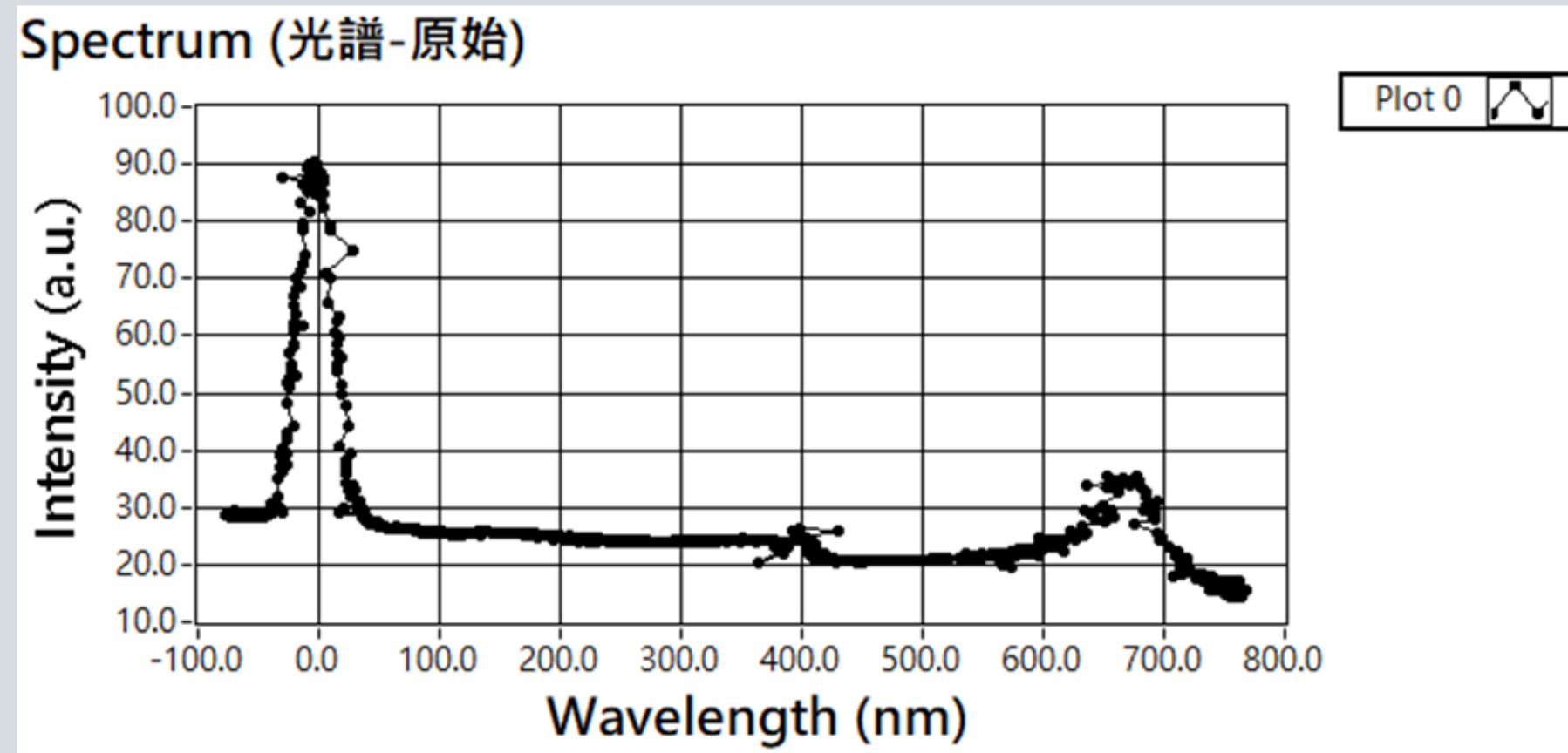
修正波長圖



修正原點的角度

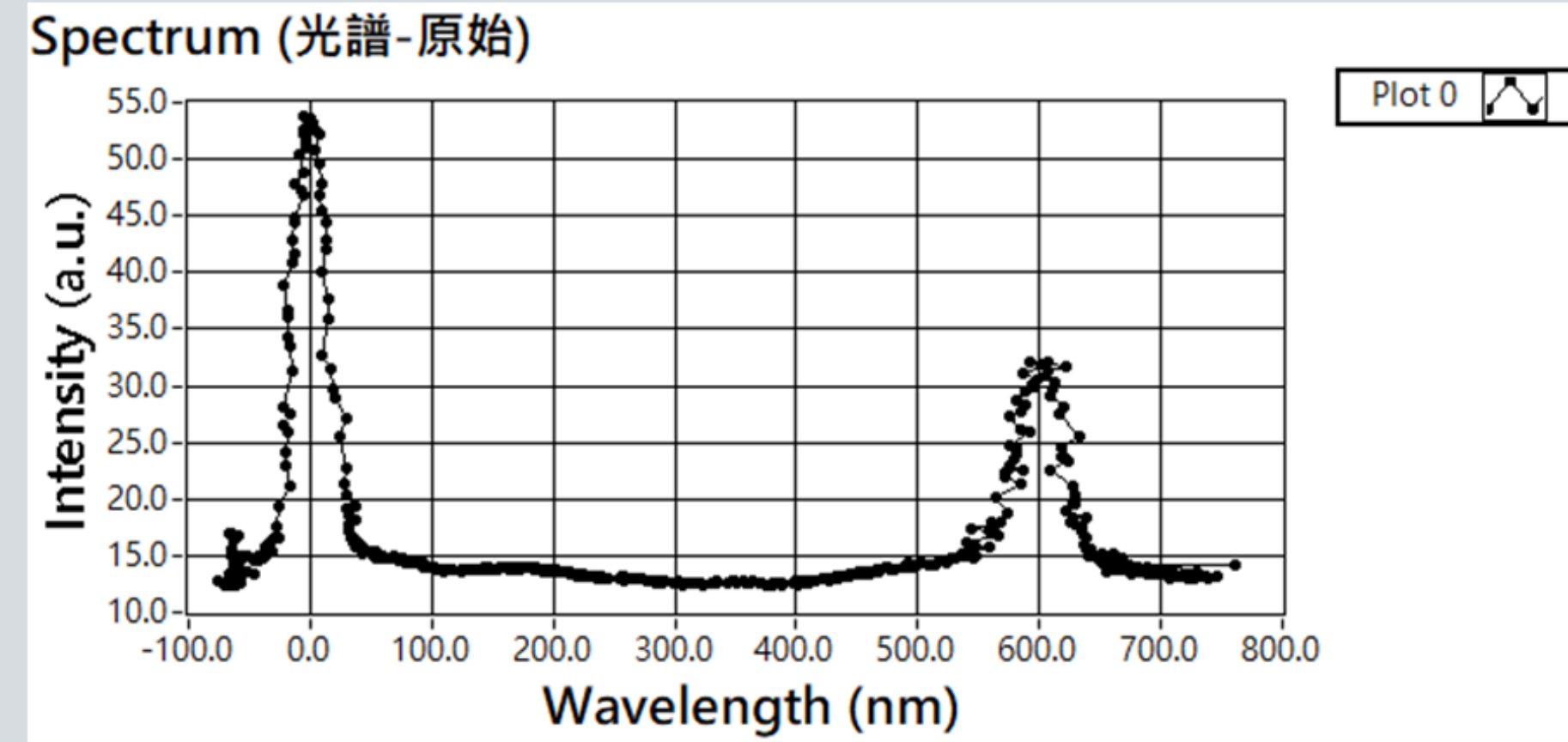
測量各色 LED 的波長

紅光



測得紅色LED燈波長: 660nm

橘光

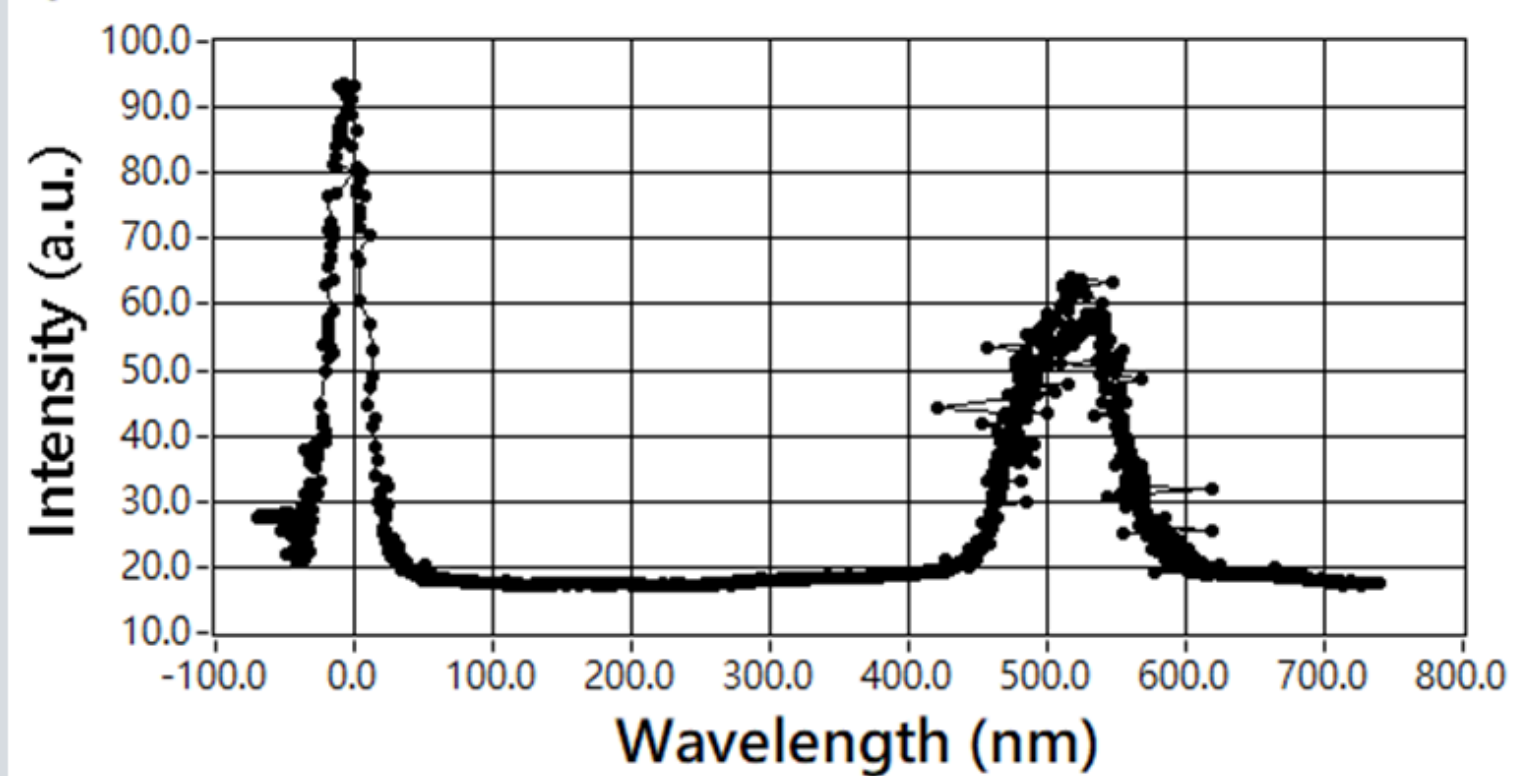


測得橘色LED燈波長: 600nm

測量各色 LED 的波長

綠光

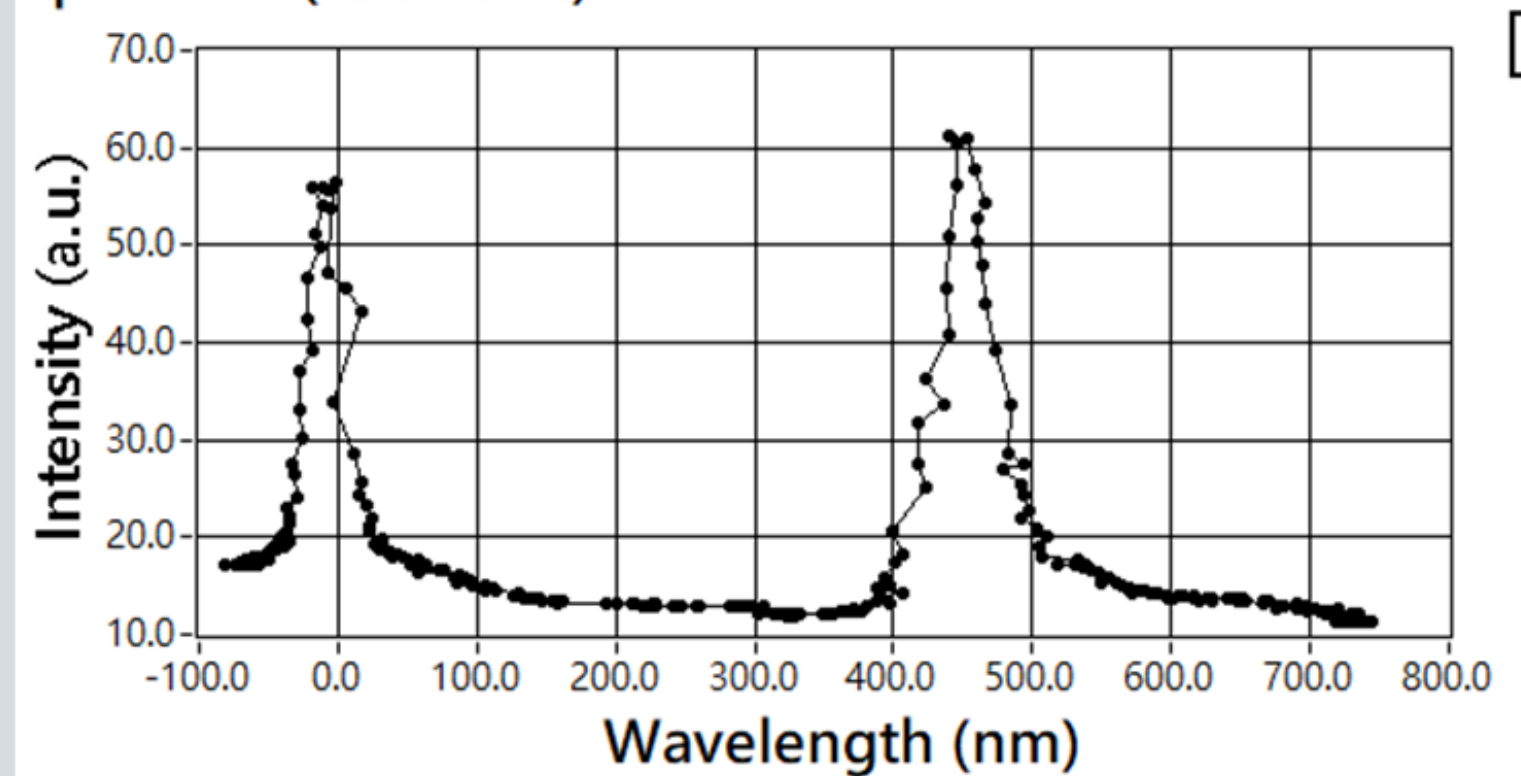
Spectrum (光譜-原始)



測得綠色LED燈波長: 520nm

藍光

Spectrum (光譜-原始)



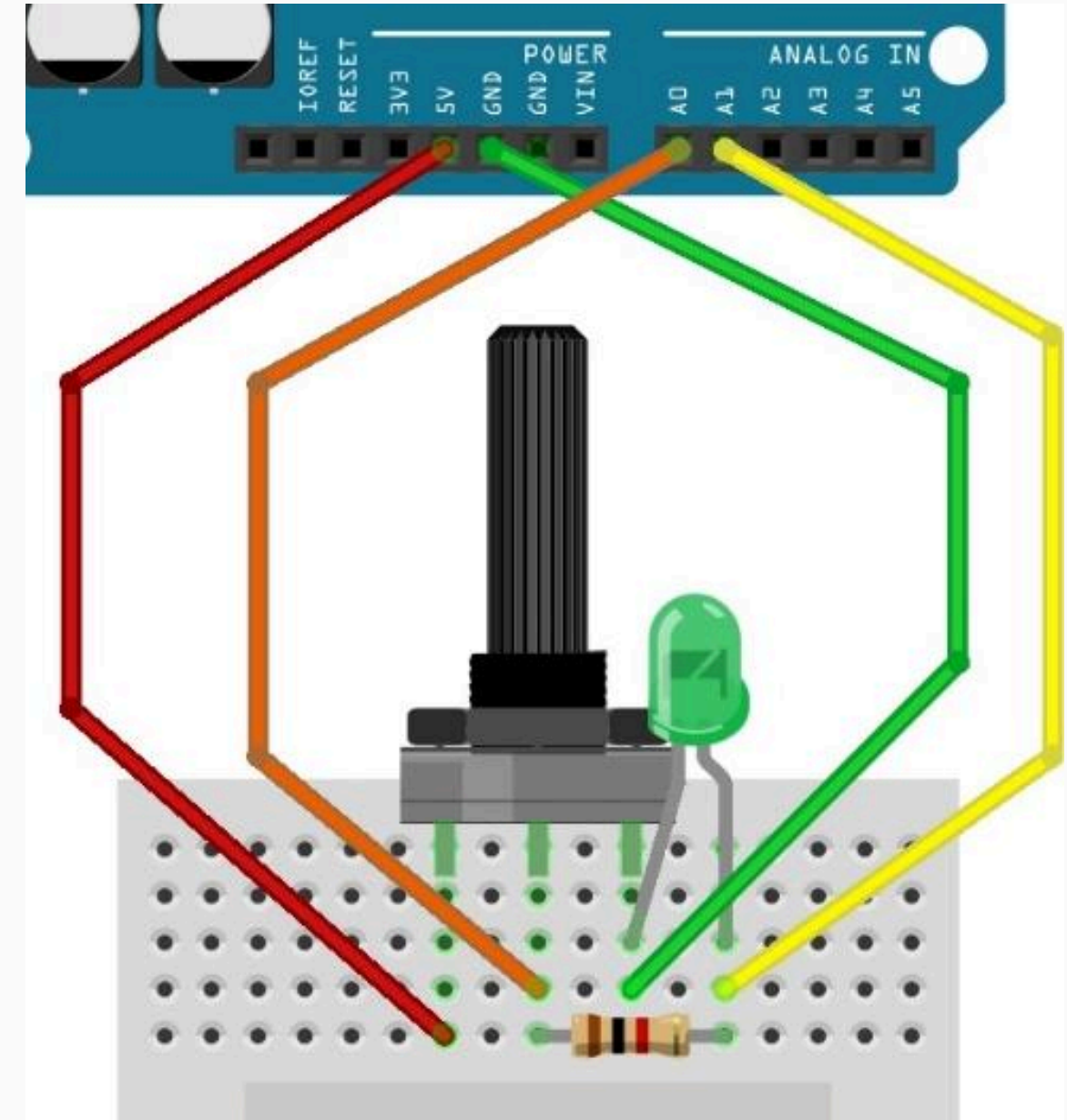
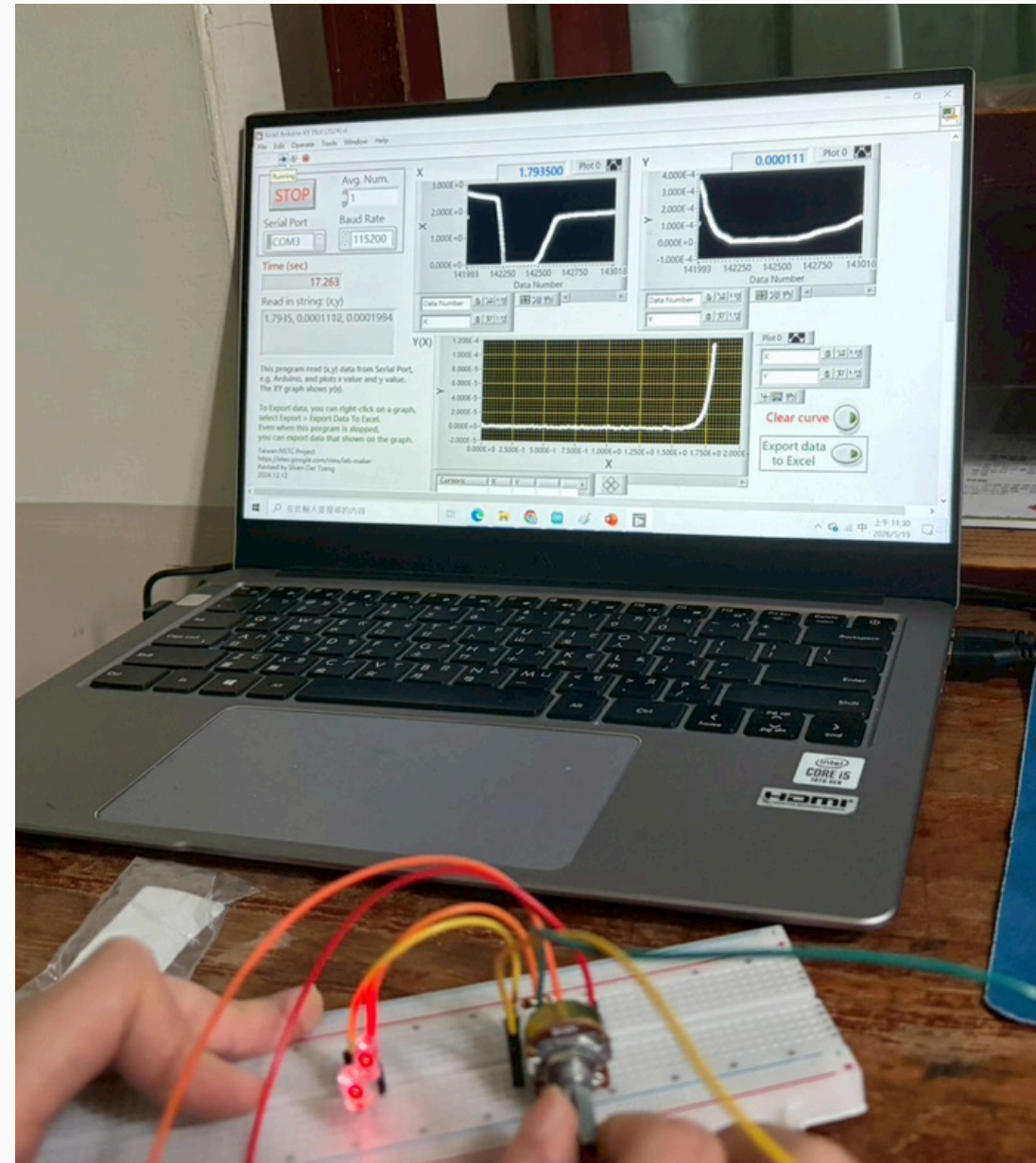
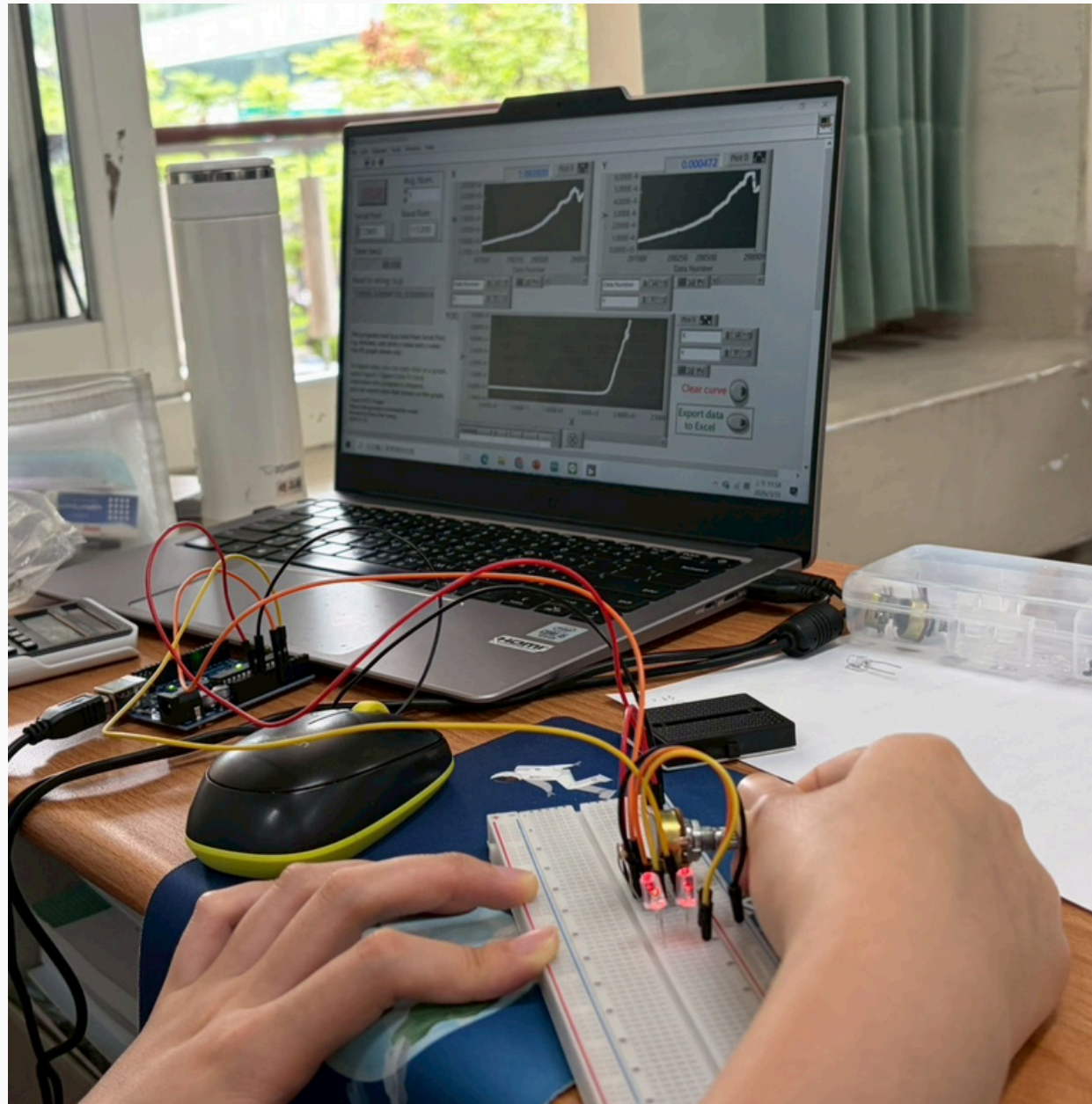
測得藍色LED燈波長: 455nm

測量 LED 的電流電壓曲線

實驗過程:

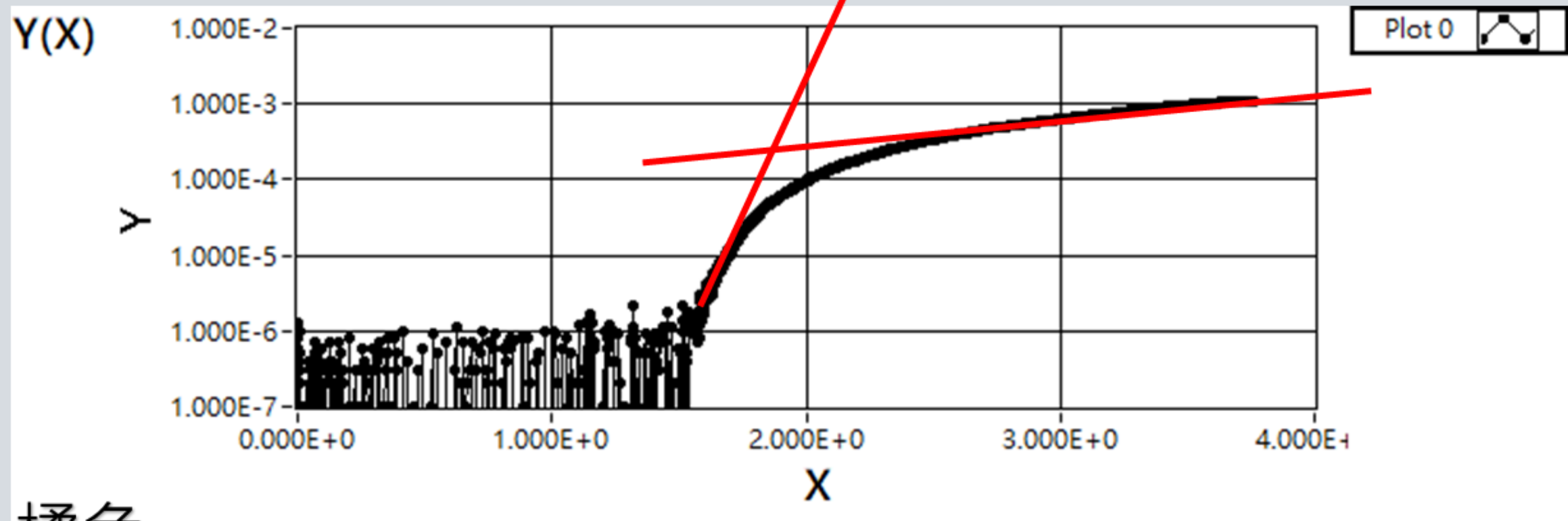
- 1.藉由轉動可變電阻，將電壓 V 從0逐漸增加，得到 電流 I 隨 電壓 V 的變化
2. 更換LED，測得不同LED的 I - V 曲線

裝置電路示意圖



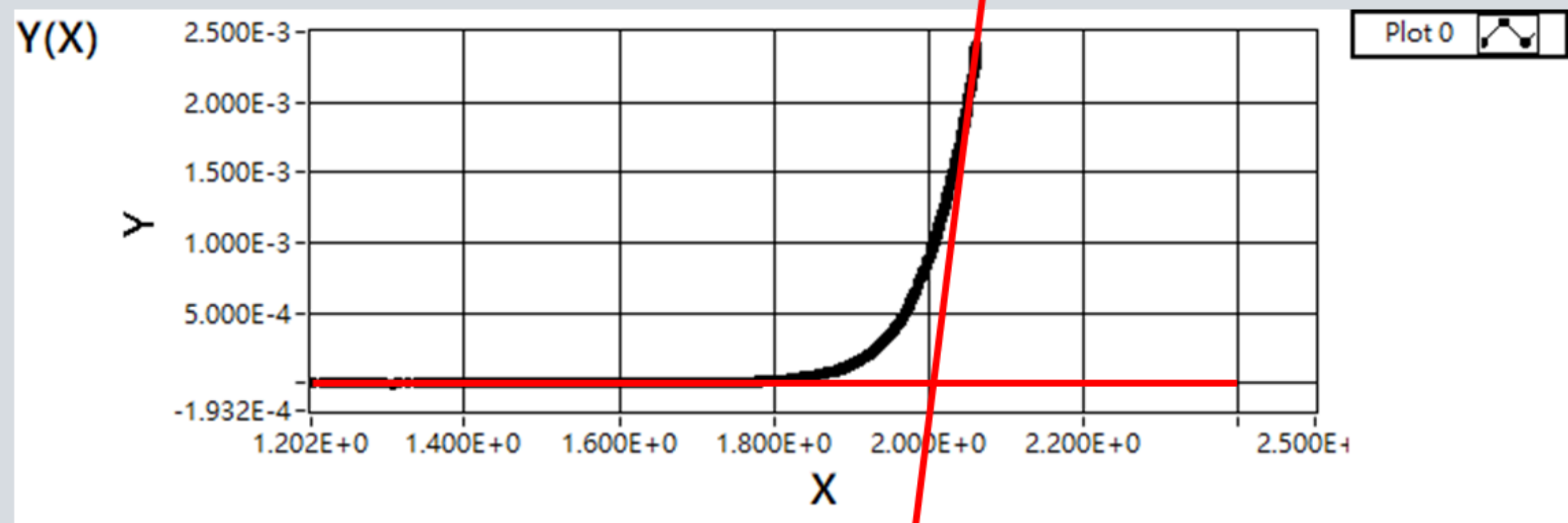
測量 LED 的電流電壓曲線

紅色



紅色LED實驗值
截止電壓: 1.87V

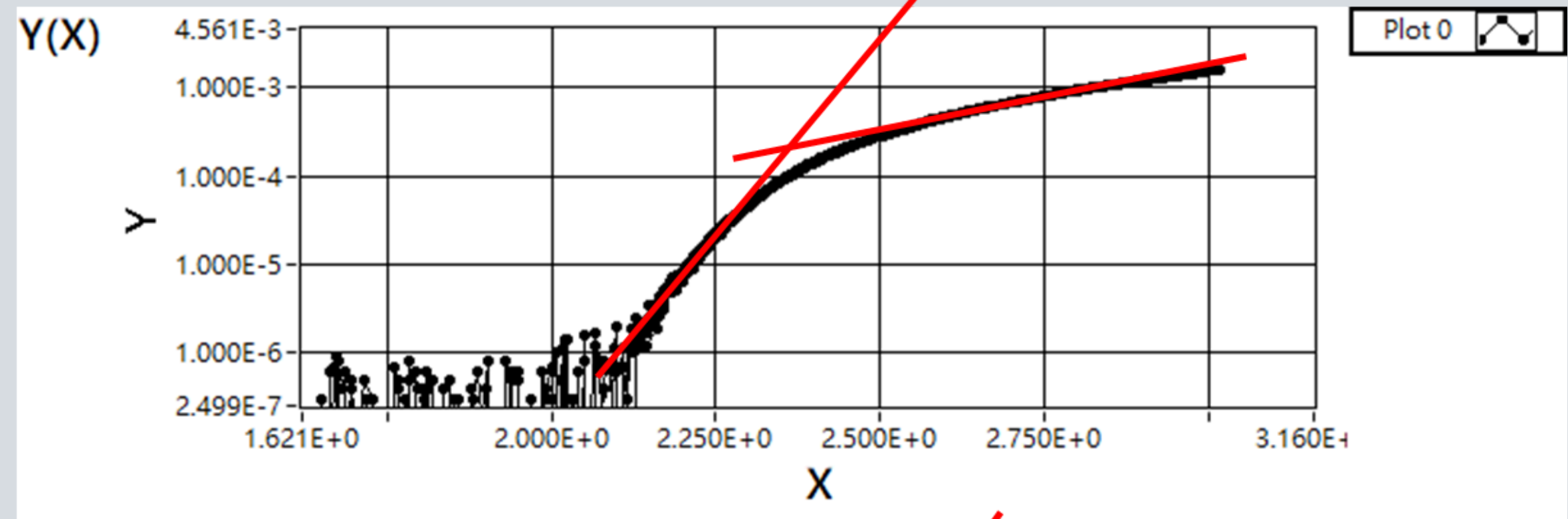
橘色



橘色LED實驗值
截止電壓: 2.00V

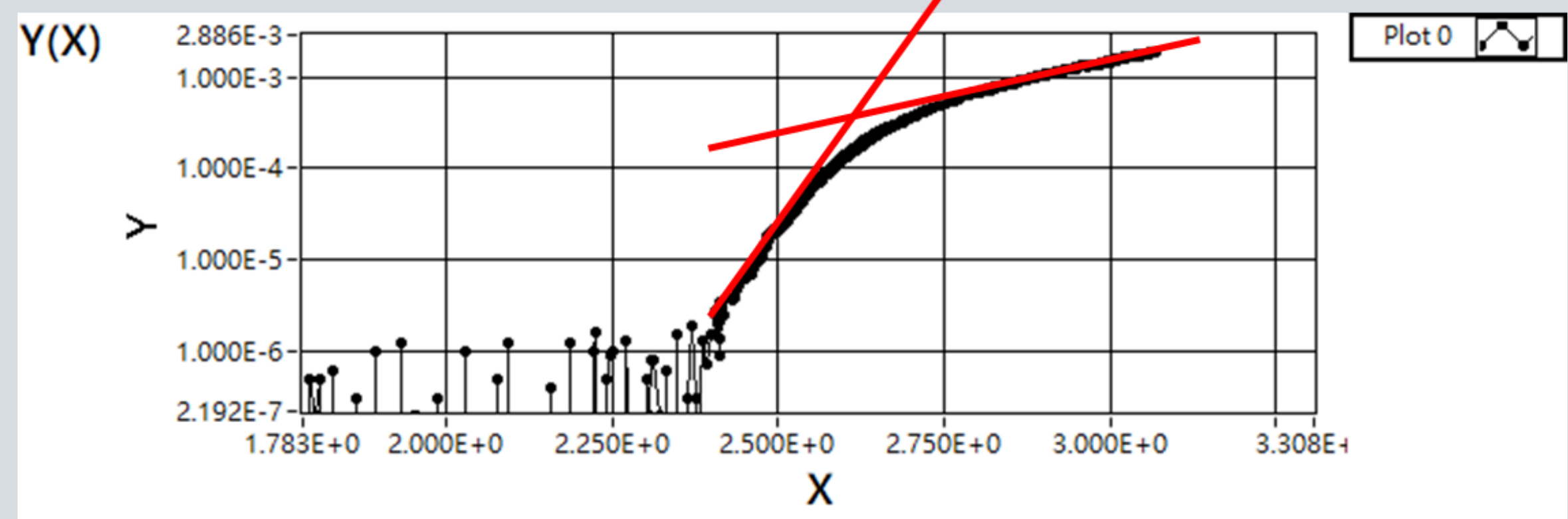
測量 LED 的電流電壓曲線

綠色



綠色LED實驗值
截止電壓: 2.35V

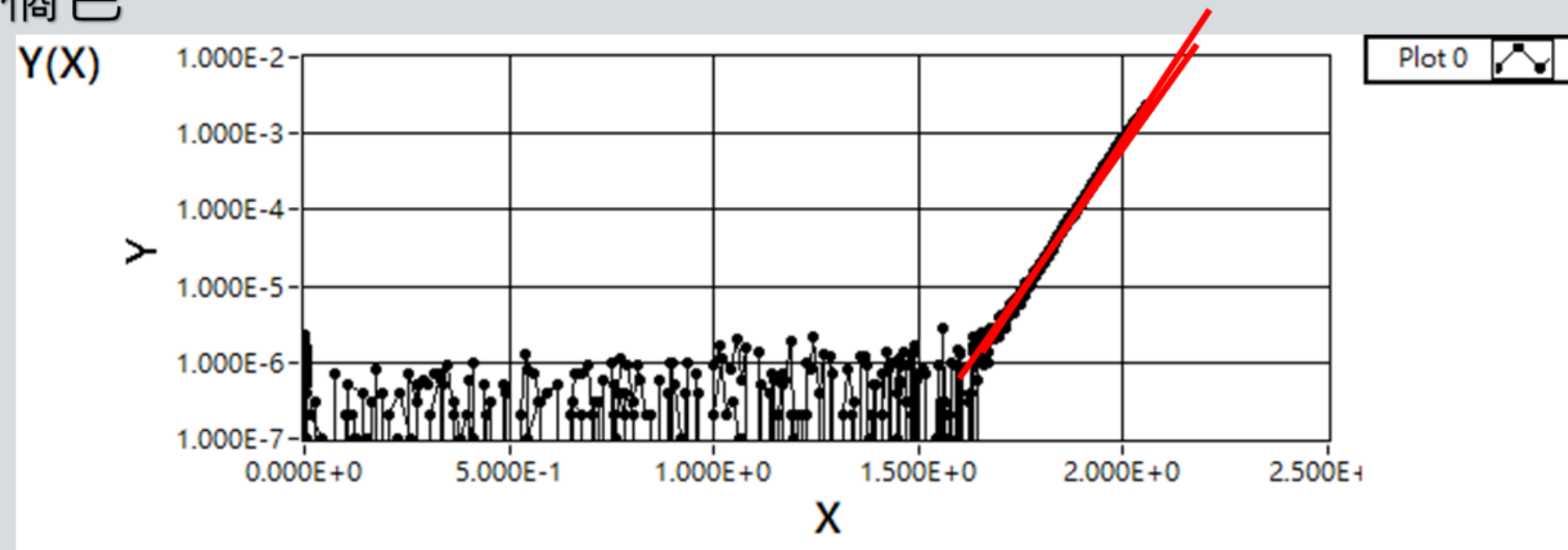
藍色



藍色LED實驗值
截止電壓: 2.60V

為什麼只有橘色LED用線性圖？

橘色

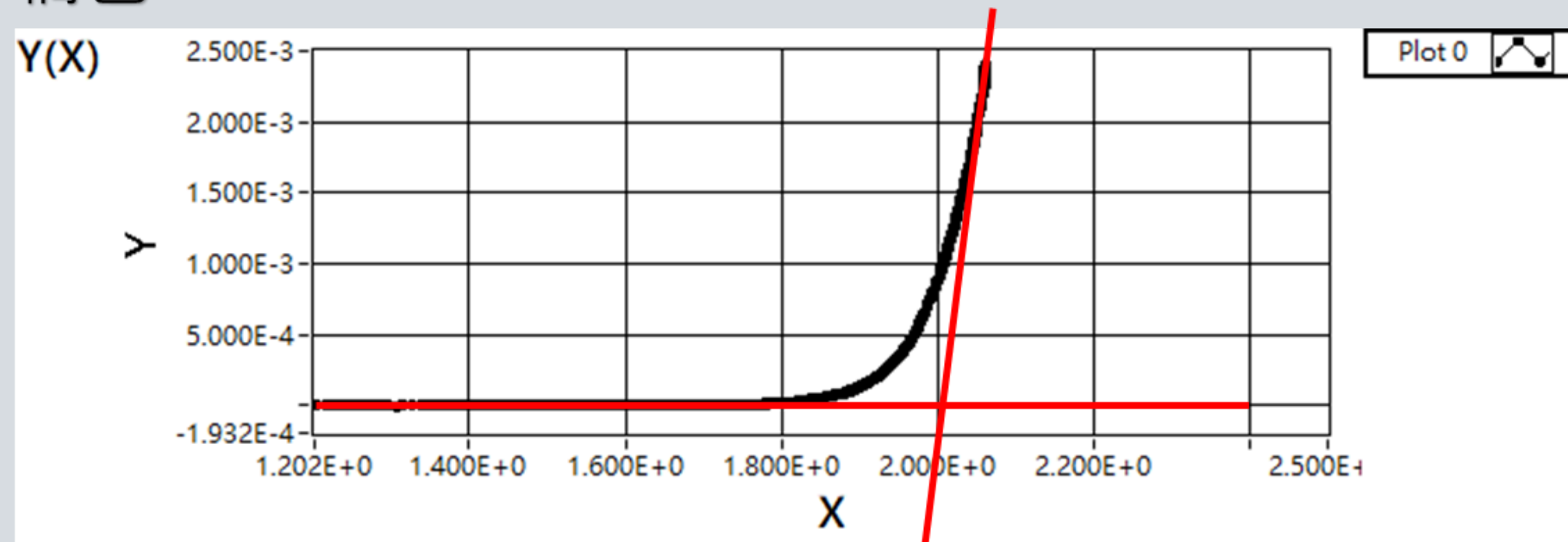


對電流取**對數**

優點:對數尺度**對微小電流極度敏感**，可以一眼看出光電流什麼時候開始脫離雜訊、真正開始上升。

缺點:橘色的LED在畫上兩條切線後幾乎**重疊**，**難判別截止電壓數值**。

橘色



線性圖

優點:對於橘色LED這種取對數後較直的線，線性相對較**好判別**截止電壓數值。

缺點:敏感度低，微小電流看起來像 0。

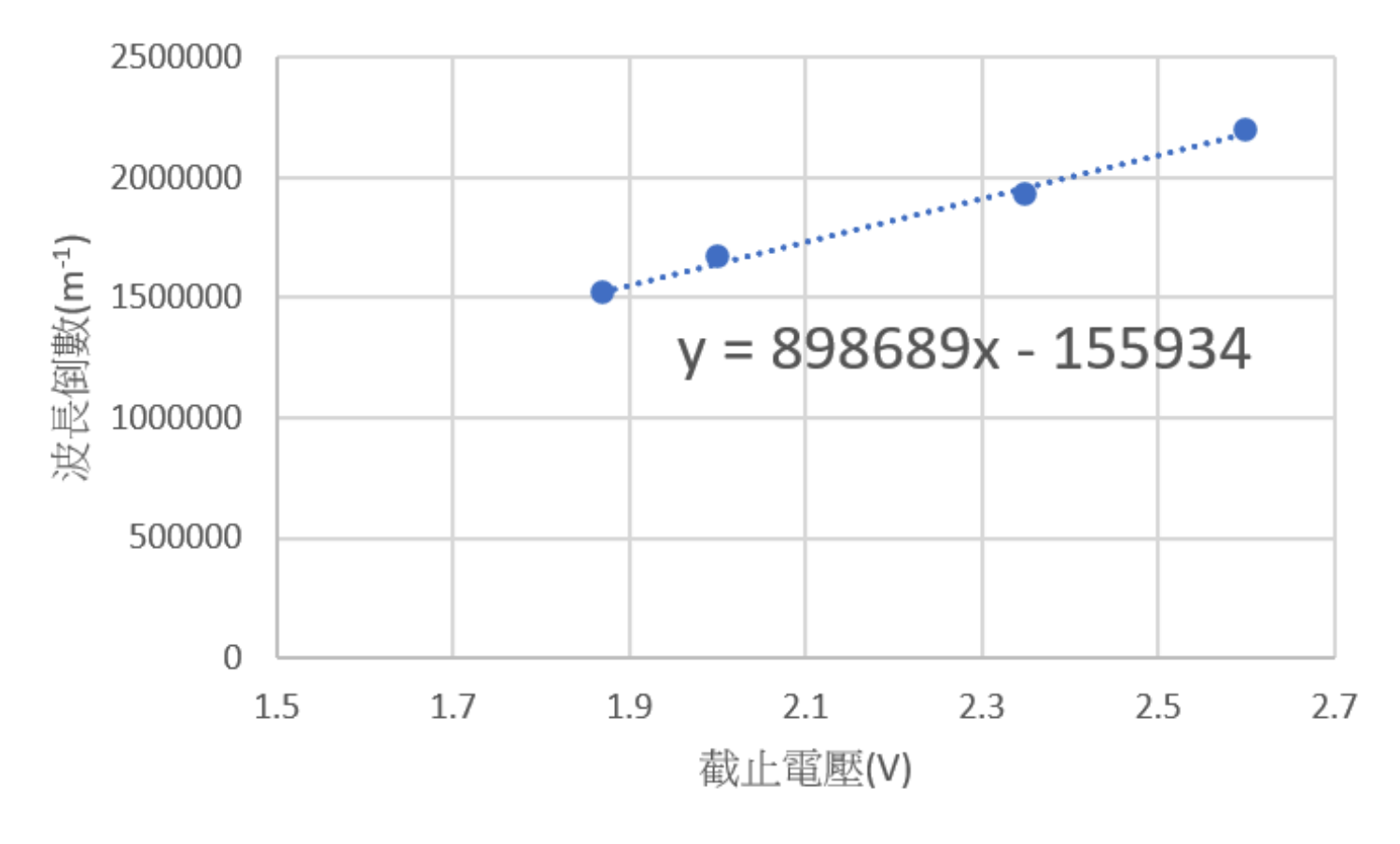
計算普朗克常數

	紅光	橘光	綠光	藍光
波長(nm)	660	600	520	455
截止電壓(V)	1.87	2.00	2.35	2.60
普朗克常數(J•s)	6.59 ×10 ⁻³⁴	6.41 ×10 ⁻³⁴	6.53×10 ⁻³⁴	6.32×10 ⁻³⁴

將實驗值皆帶入公式: $h\ c/\lambda = e\ \Delta V$
即可算出普朗克常數

普朗克常數理論值約為
 $6.62607015\times10^{-34}(\text{J}\cdot\text{s})$
不同顏色普朗克常數的算術平均值約為
 $6.46\times10^{-34}(\text{J}\cdot\text{s})$
相對誤差約為:2.47%

截止電壓與波長倒數關係



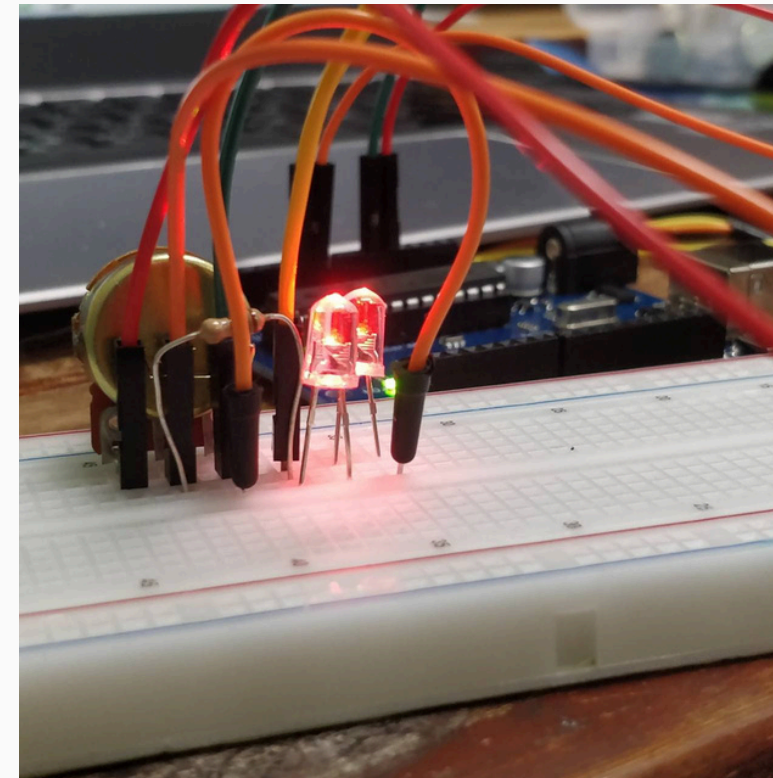
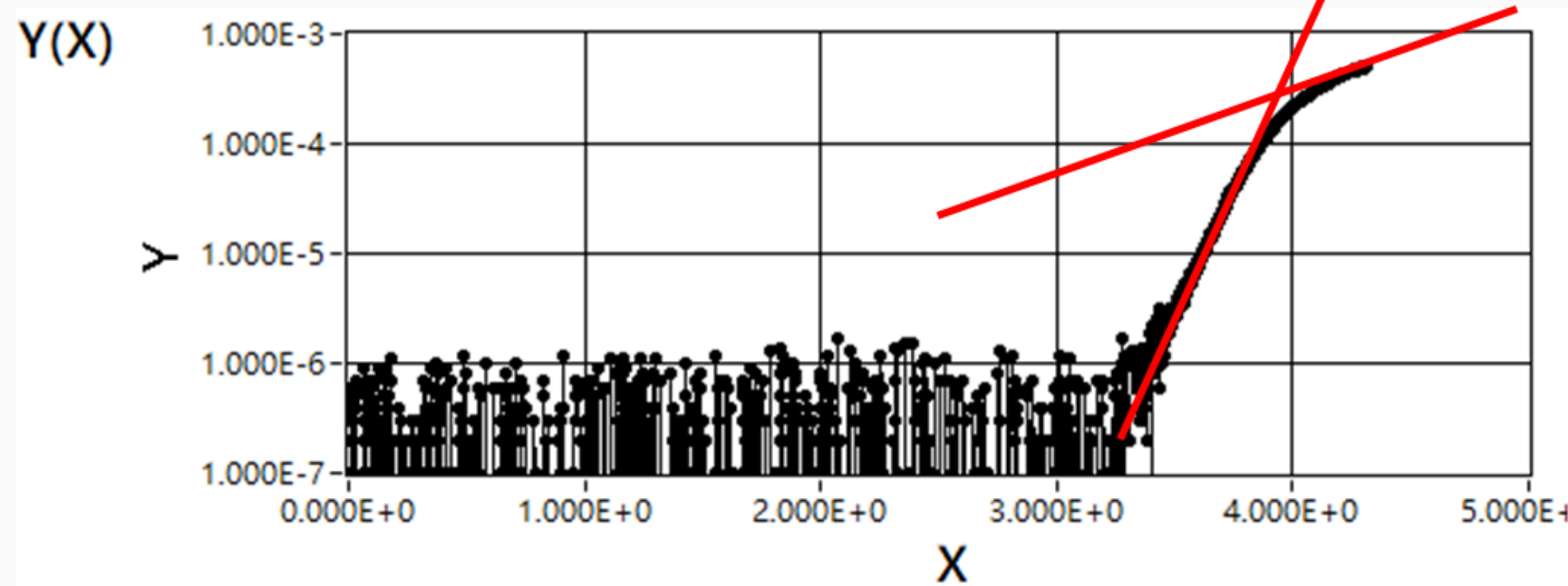
$$\frac{1}{\lambda} = \frac{e}{hc} V$$

由上述式子可知，
截止電壓與波長倒數成線性關係，因為係數 $h.c.e$ 皆為定值
 $hc/e \approx 8.05\times10^5$
而我們數據的關係圖如左

LED串並聯對截止電壓(ΔV)的影響

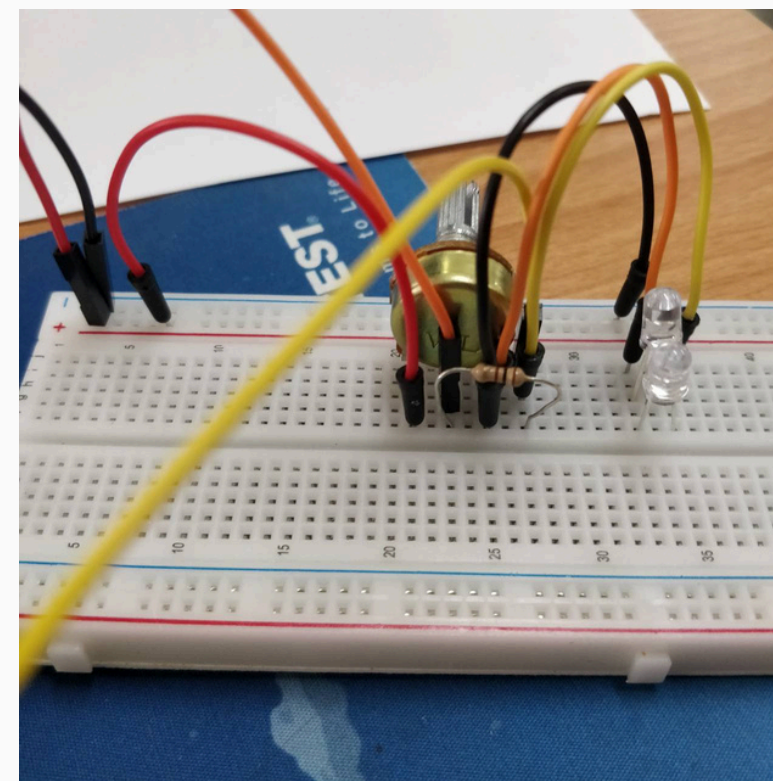
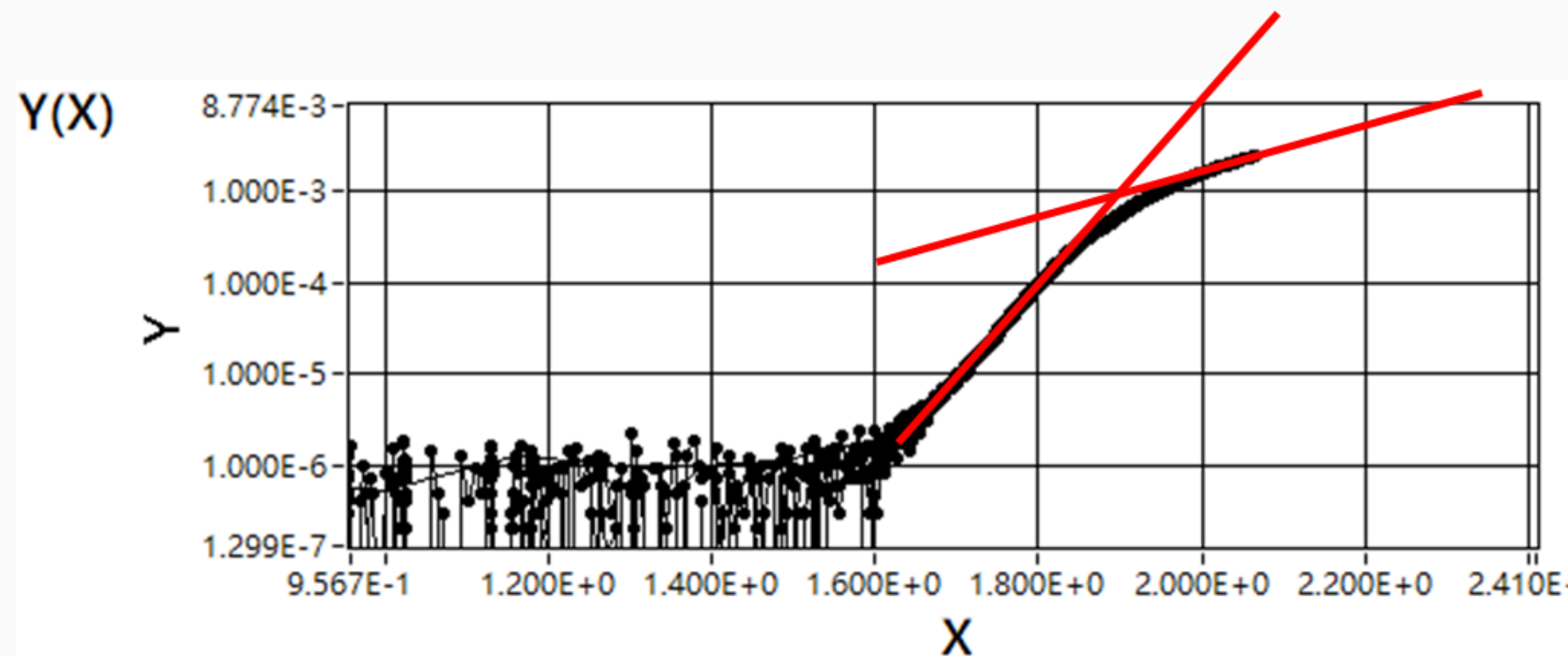
比較:紅色LED燈截止電壓為1.87V

串聯



在串聯電路中，電流相同，但電壓會累加。
串聯兩個紅色LED，發現截止電壓變成原來的兩倍(實驗值約3.9V)。

並聯



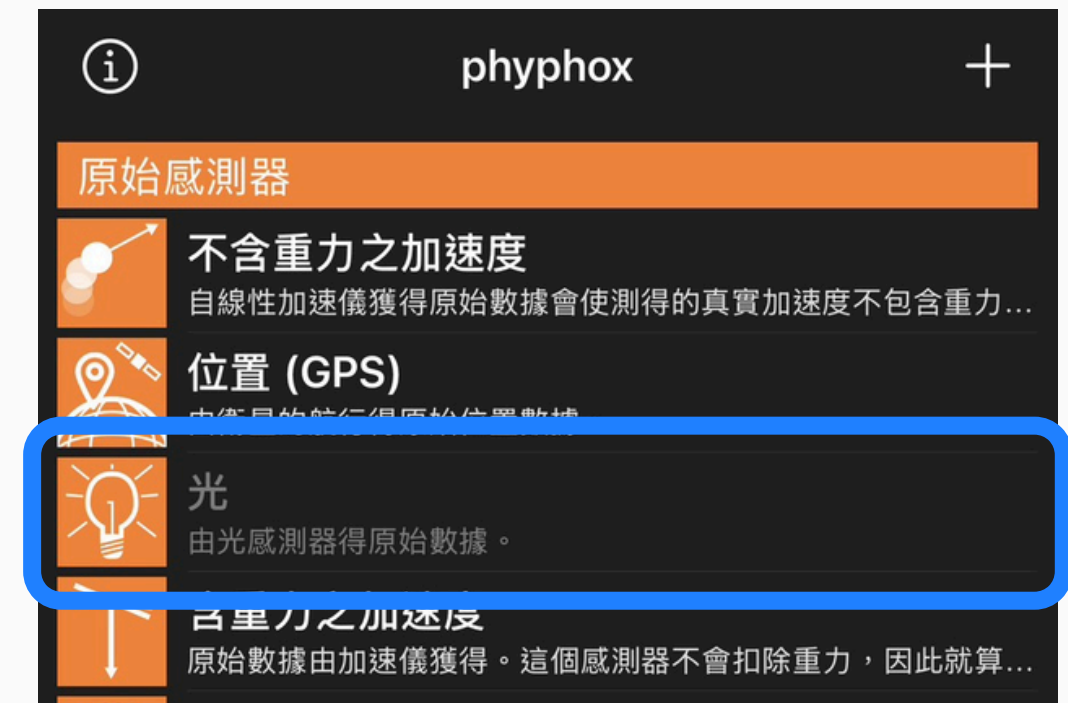
在並聯電路中，各支路的電壓相同，但電流會累加。
並聯兩個紅色LED，發現截止電壓不變(實驗值約1.85V)。

問題 & 解決

1. 手機APP無法測量波長

問題: 原本想使用手機應用程式phyphox測量波長，但無法使用

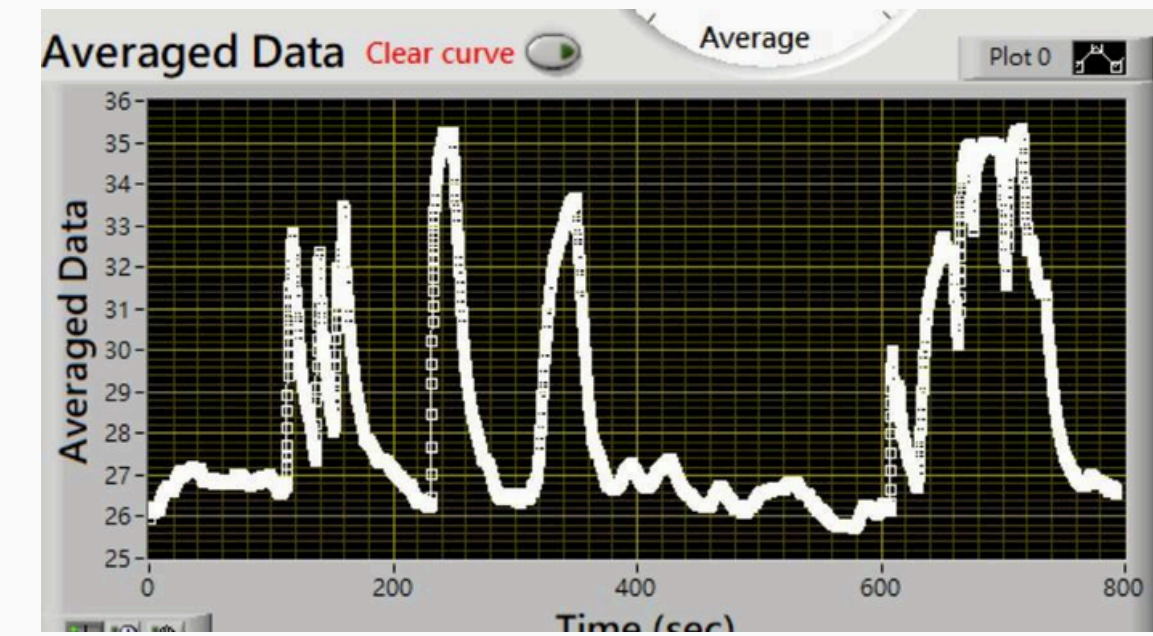
解決方法: 改成使用Arduino和光譜儀測量波長



2. 光譜儀測量數據偏差過多

問題: 測得的數據過於混亂，並非正常情況下會出現的圖形

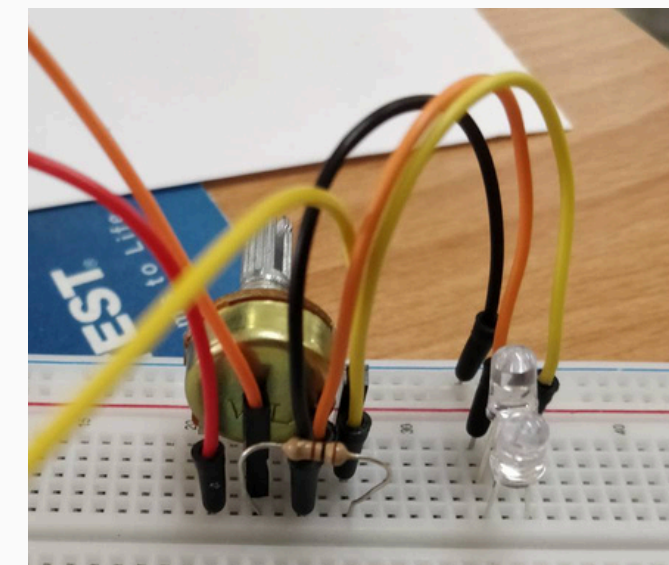
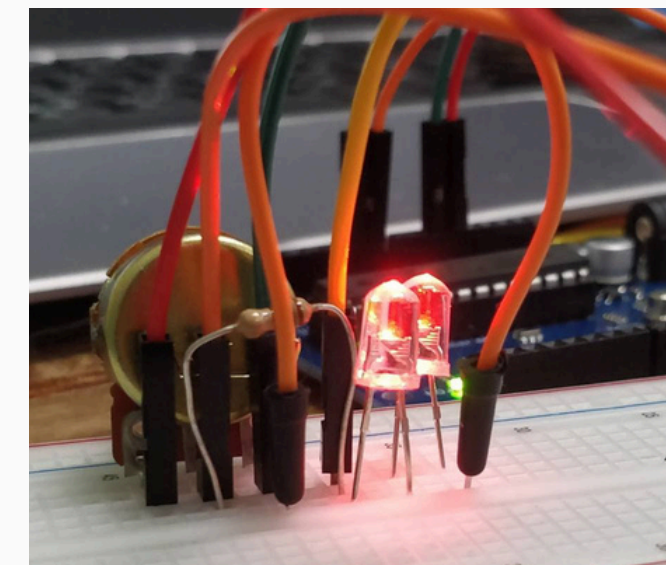
解決方法: 發現是因為光敏電阻偏離正確位置，調整光敏電阻位置並將其固定在正確位置



3. 不知道串並聯電路的正確接法

問題: 找不到可變電阻和燈泡串並聯的正確電路圖

解決方法: 上網查找資料，並利用以前學習過的知識，多次嘗試後成功接出正確的電路



參考文獻

網路資料:

- 1.物理課本—泰宇出版 《普通高級中學必修物理》
- 2.物理課本—翰林出版 《高級中等學校選修物理五：現代物理》
- 3.物理課本—龍騰文化 《普通高級中學選修物理四：電磁現象與電子學》
- 4.正向偏壓 - 臺灣大學

網址:<https://reurl.cc/Dx7Dz5>

- 5.NI LabVIEW 資源

網址:<https://www.ni.com/zh-tw/shop/labview/resources>

- 6.Arduino - Home

網址:<https://www.arduino.cc/>

- 7.封面/封底圖片

網址:<https://reurl.cc/K25Lvn>

謝謝大家

新竹女中 11103李滄語 11132趙品瑜

