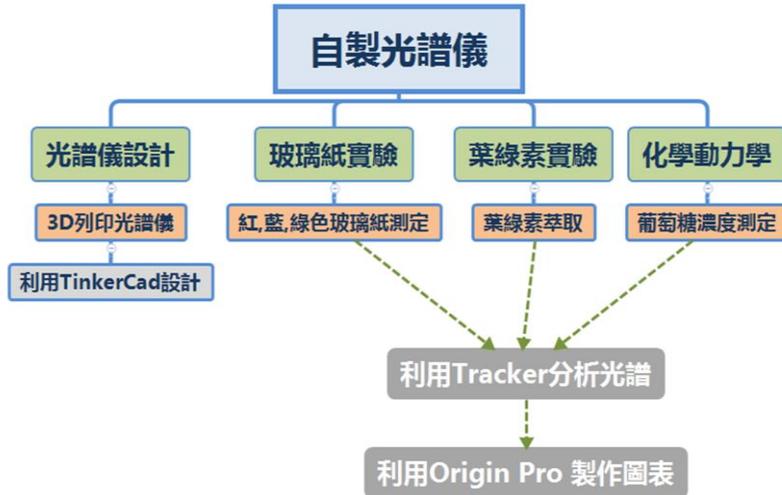


【2021 全國科學探究競賽】- 國中組成果報告表單

作品名稱：自製光譜儀
一、摘要
<p>自製光譜儀的主要運作原理是來自光的折射。因為白光是一種混合光，故經過任意透明物質時，各種顏色的光會因速率不同而偏折的角度不盡相同。利用這個特性，我們可利用光柵狹縫繞射原理，使光偏折，並將偏折後的光投影在螢幕上，藉此，就可得出此物質在各色光的波長及範圍。</p>
二、研究動機
<p>在現今關於化學的實驗中，光譜儀是分析化學成分的一大利器，只要是光能透過的物體，就能分析其成分。但是，因為其造價不菲(根據種類，造價介於 10 萬到 60 萬)的原因，所以一般民眾無法使用及接觸。所以，我想設計一個可以由 3D 列印機列印出的光譜儀，除了可以節省造價(造價約在一千元台幣上下)，也讓科學更接近普羅大眾。</p>
三、研究目的
<ol style="list-style-type: none">1. 研究不同玻璃紙所散發出來的光是否有光譜上波長的差異。2. 探討不同植物用丙酮所萃取出的液態葉綠素，經過光譜儀的檢驗之後，有無光譜上的差異。3. 加入等量本氏液，不等量葡萄糖水溶液進行加熱實驗，加熱至本氏液顏色變化後，進行分析，光譜波長的波峰是否有改變。

4. 討論繪製圖表時套用公式 $[-\log(\text{原光光譜})/(\text{實驗後光譜})]$ 的正確性以及如何修改。

四、研究架構



五、研究步驟

(一) 玻璃紙光譜實驗：

1. 將三種玻璃紙:紅、綠、紫裁剪至約 $1 \times 3 \text{cm}^2$ 。
2. 將剪裁完畢的玻璃紙利用膠帶貼在光柵前。
3. 關閉附近的燈光設備, 並打開校正光源 (紅色和藍色雷射筆, 波長為 405nm 和 650nm 。) 及手電筒 (源光)。

(二) 葉綠素光譜實驗

1. 把葉片搗碎後, 加入丙酮, 用濾紙過濾後, 將葉綠素從中萃取出, 加以稀釋後, 放入石英製光析瓶。
2. 將附近的可能干擾到實驗的光關閉(包括自然光)
3. 將稀釋過的葉綠素利用滴管滴入光析瓶約二分之一處, 以便分析未經介質的光與經過葉綠素的光有何差異。

4. 將在屏幕上的光譜成像利用
相機進行拍攝。



圖 1：實驗中在光譜儀成像的玻璃紙光譜，可藉由分析“強度分布”獲取光的波長和光強度數據。

4. 進行實驗分析。

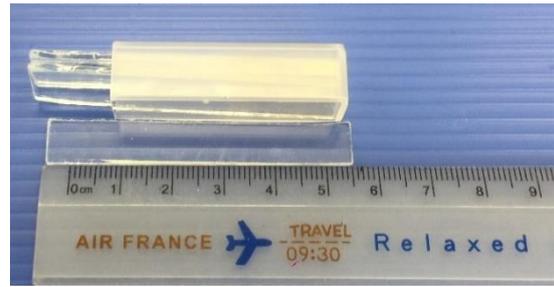


圖 2：石英製光析瓶(Cuvette)



圖 3：從左至右為發財樹、左手香、地
瓜、青江菜及小白菜的植物萃取液。

註:之後會進行二次稀釋(因為濃度不一,由
顏色濃度得知)

(三) 化學動力學-本氏液葡萄糖濃度

1. 將 3ml 的本氏液利用滴管滴入光析瓶中，並調配葡萄糖水溶液。
2. 將調配完成的葡萄糖水溶液滴入盛有 3ml 的本氏液的光析瓶，並關閉附近的燈源，以免影響到實驗結果。
3. 將含有混合葡萄糖水溶液之本氏液的光析瓶，放置在可保溫的黑膽石盒鋁箔紙中，並把其放在加熱板上，以攝氏 230 度的溫度加熱(以目前實驗來看，230 度是目前加熱效率最高的溫度。)
4. 進行分析實驗(但光譜儀不可太接近加熱板，以免融化(光譜儀的 3D 列印線材熔點為攝氏 180 度左右。))

(四) 實驗分析

1. 將 Tracker Portable 打開。
2. 使用功能：一對校正點，兩點分別點在紅/藍雷射點。
3. 設兩點其中一點(藍雷射點)為 405nm(波長)，另一點為 650nm。
4. 使用功能:強度分佈，設其範圍寬為 30，並調整長度。
5. 將所選取的數值(X 和 Luma)複製至 Origin。
6. 開啟 origin，將複製的數據複製在 worksheet 上。
7. 套用公式: $-\log(i/i_0)$ {吸收後的光/原本的光}。
8. 將套用完的數據繪製成圖表即可

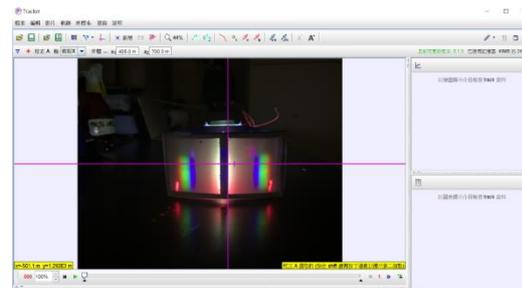


圖 5：設兩點其中一點(藍雷射點)為



圖 4：進行本氏液加熱實驗時的情況。附註：此實驗的光譜儀與前兩次所使用的光譜儀不太一樣，這一次的光譜儀是專門設計給加熱實驗，其光柵距離被拉長，其目的是為了避免光柵的線材融化。光譜儀的高度也隨著加熱板的出現而被墊高。除此之外，光譜儀的屏幕與光譜儀本身分離了，除了可以避免融化之外，其光譜範圍也可以隨實驗需求而拉近或拉遠，不過關於拉遠與拉近，還有一個須修改的問題：弧度的調整。因為弧度的不同直接影響到光譜的範圍量。故這次實驗光柵的範圍是固定的。附註議題，此實驗以一分鐘為單位，進行測量一次。

405nm(波長)，另一點為 650nm。

(這個分析的圖片的紅光的波長應該是 650nm 才對)

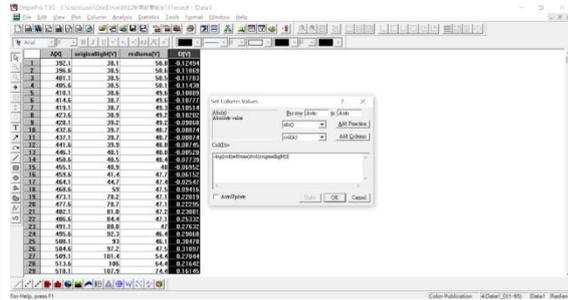


圖 5：套用公式： $-\log(i/i_0)$ {吸收後的光/原本的光}

六、實驗結果

1. 不同玻璃紙的光譜有不同實驗成果，例如:藍色玻璃紙所吸收的波段為 405nm 上下，紅色玻璃紙的吸收波段就在 650nm。
2. 葉綠素的吸收波段有分兩種吸收峰，經過考察後，發現葉綠素有分葉綠素 A 和葉綠素 B。
3. 本氏液與葡萄糖的吸收是有極限的，當氧化亞銅完全反映完畢時，本氏液會完全變赭紅，連光都透不過去。(包含雷射光，不管紅藍)

七、未來展望

1. 重新設計一個為加熱實驗而做的光譜儀，使未來化學動力學實驗更加的精準及安全。
2. 將屏幕的範圍及弧度加大，且使其可以左右伸縮，加強光譜分析的精準度及蒐集波長的廣度。
3. 將加熱板的體積縮小，因為體積過大，使得實驗危險性加大。
4. 將光析瓶底部的厚度減少，但目前此計畫不成立，因為經費不允許再添購更多光析瓶，且當光析瓶的厚度減少，其破裂的機率也就升高。