

# 2023 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 普高組 成果報告表單

|   |
|---|
| <b>題目名稱：魔力辨色機</b>   |
| <b>一、摘要</b>   |
| 藍瓶實驗是一個在趣味實驗室中常見的一個題目，雖然題材老舊，但卻常會有驚人的新發現，我們在實驗中改變糖的種類、用量、藍瓶的溫度與氫氧化鈉的用量與亞甲藍的用量等等不同的變因，探討其中有可能影響藍瓶反應速率的變因，就此慢慢地揭開藍瓶反應的神秘面紗。   |
| <b>二、探究題目與動機</b>  |
| <p>在課本裡藍瓶實驗常常被拿來當作是氧化還原的教材，當瓶子搖動時原本的無色液體將會充滿藍色，而在靜置不久後，又會由藍色轉回無色，在反覆的實驗中，我們發現由於氧氣與葡萄糖反應的次數越多次變藍色的反應速率會越慢在直到後來搖到後來完全不變色。我們發覺如果我們用碰撞學理論去看待這個實驗，會發現當反應物及生成物只要在濃度高以及面積大的情況下反應會相當激烈。因此，我們決定設計一個找到最適合改變的變因來優化藍瓶實驗。</p> <p>我們在實驗中發現，不僅葡萄糖會呈現"藍瓶反應"，其他的糖類，例如半乳糖、果糖均會呈現藍瓶反應，相較於過去所學得比色法，我們在這次實驗中使用自製的 Arduino 與光敏電阻的檢測儀器，將實驗的數據數位化，減少因為肉眼不易觀察藍瓶的顏色變化所造成的實驗誤差，由此來探討藍瓶反應變色速率的相關實驗。</p>   |
| <b>三、探究目的與假設</b>  |
| <p>探究目的:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>一、探討亞甲藍液與 Arduino 板輸出的數值關係</li><li>二、探討不同醣類對於實驗的影響</li><li>三、探討不同溫度下藍瓶的反應速率影響</li><li>四、探討不同質量的葡萄糖對於實驗的反應影響</li><li>五、探討不同量的亞甲藍液對藍瓶變色的影響</li><li>六、探討不同質量的氫氧化鈉對於實驗的反應影響</li><li>七、檢測自製儀器是否能使用在顏色反應的實驗上</li></ol> <p>假設:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>一、當滴入的亞甲藍液越多，光敏電阻輸出的數值小</li><li>二、我們認為葡萄糖為其中反應最佳的</li><li>三、溫度越高，藍瓶的反應速率越快</li><li>四、當葡萄糖濃度越高，反應速率快</li><li>五、加入的亞甲藍液與反應速率無關</li><li>六、加入越多氫氧化鈉，反應速率越慢</li></ol> |

## 四、探究方法與驗證步驟

### 一、實驗方法:

#### (一)探討亞甲藍液與光敏電阻測出的數值的關係

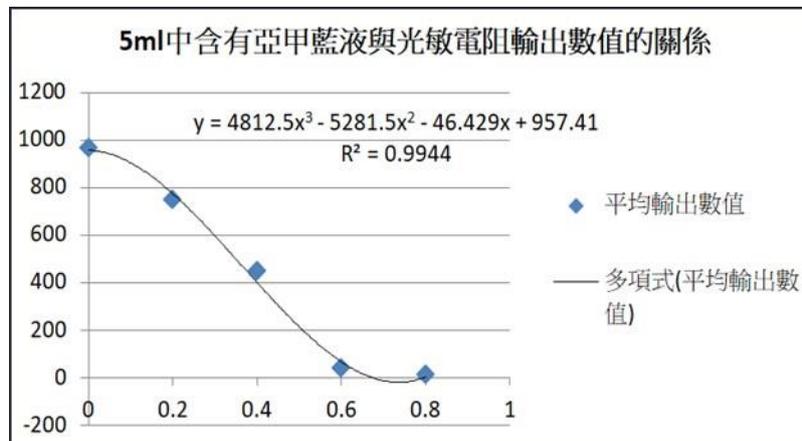
- (1)在 10ml 的樣品瓶中，加入 5ml 的水。
- (2)加蓋後將樣品瓶放置在自製光敏電阻裝置測試，觀察 Arduino 板輸出數值變化。
- (3)再滴入 1 滴稀釋濃度為 1/5 的亞甲藍溶液(含 0.20 滴)，觀察 Arduino 板輸出數值變化。
- (4)重複三次取平均值。
- (5)重複上述步驟，將滴入的稀釋亞甲藍液改滴入 2、3、4、5、6、7、8。

#### (二)改變不同的變因，探討各種因素對反應速率的影響

- (1)分別在樣品瓶內置入 5ml 的水、0.2g 的 NaOH，待降溫後加入 0.4g 的葡萄糖。
- (2)滴入 1 滴亞甲藍標準液後加蓋。
- (3)等待溶液滴一次變成透明無色後，放入 30°C 的水中，使溫度維持在 30°C。
- (4)利用自製亞甲藍液含量分析儀紀錄數據，搖晃 20 下後將其再次放入裝置中測量數據，紀錄藍瓶變色時間。
- (5)重複三次取平均值。
- (6)重複上述實驗，並分別改變糖的種類(半乳糖、果糖)、氫氧化鈉克數、葡萄糖克數、溫度，觀察反應速率的不同變化。

### 二、實驗結果

#### (一)探討亞甲藍液與 Arduino 板輸出的數值關係



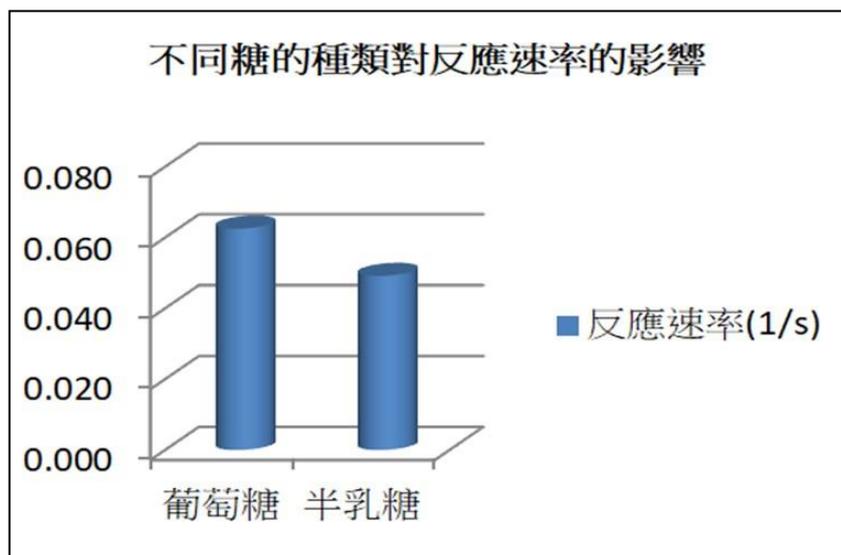
(1)由實驗結果可發現，當含有的亞甲藍液滴數越多時，數位數值越小(光敏電阻所產生的電壓越大)

(2)經數據分析線性關係:

$$y(\text{數位數值}) = 4812.5x^3 - 5281.5x^2 - 46.429x + 957.41$$

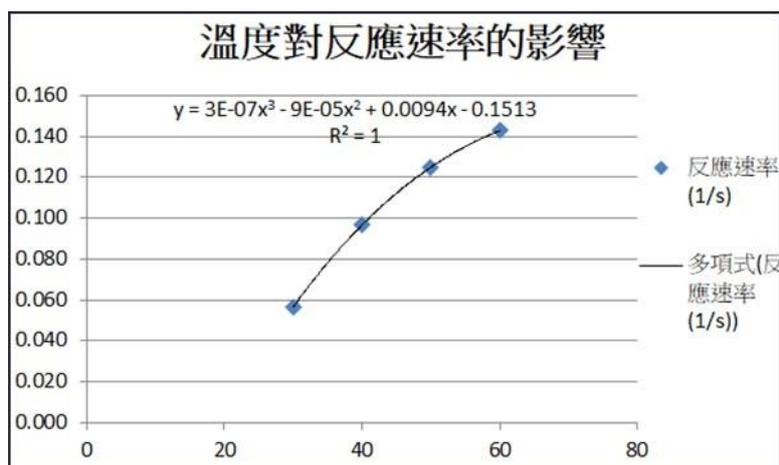
( $R^2 = 0.9944$ )呈高度相關

(二)探討不同醣類對於實驗的影響



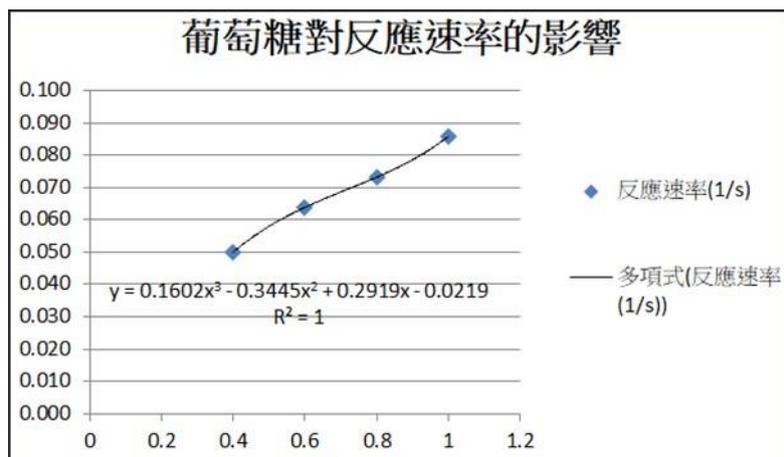
- (1)由實驗可知不同糖類對所需的反應速率為:半乳糖<葡萄糖
- (2)由上述得知，葡萄糖在藍瓶實驗中的活性為這三種糖類中最佳。

(三)探討不同溫度下藍瓶的反應速率影響



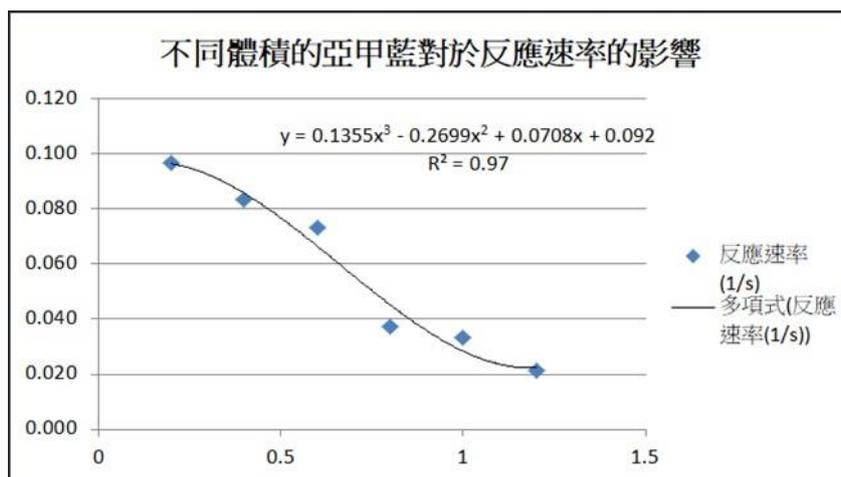
- (1)由實驗可知不同溫度對所需的反應速率為:30 度>40 度>50 度>60 度
- (2)由上述得知，在藍瓶實驗中，溫度越高，反應時間越短、反應速率提高。

(四)探討不同質量的葡萄糖對於實驗的反應影響



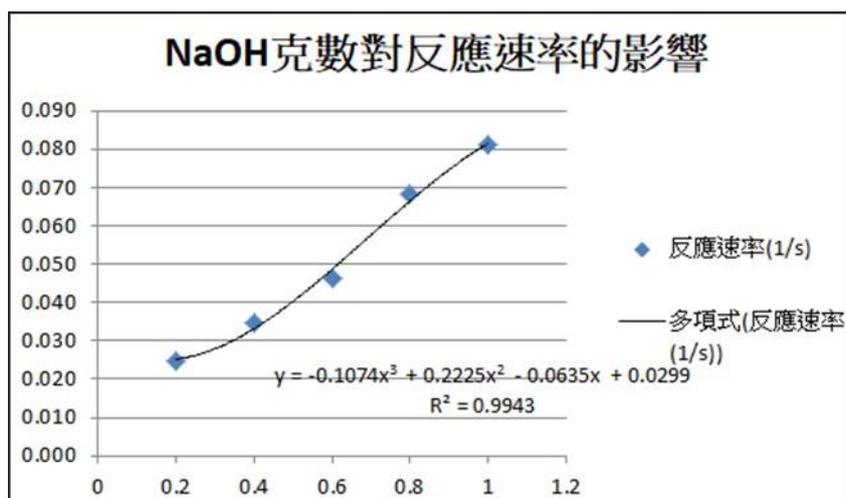
- (1)由實驗可知不同克重的葡萄糖對所需的反應速率為:0.4g<0.6g<0.8g<1.0g
- (2)由上述可得知，實驗中，葡萄糖用量越多，反應時間越短、反應速率越高

(五)探討不同量的亞甲藍液對藍瓶變色的影響



- (1)由實驗結果數據我們發現不同體積亞甲藍液對實驗時的反應速率為:  
0.2 滴>0.4 滴>0.6 滴>0.8 滴>1.0 滴>1.2 滴
- (2)由上述得知，亞甲藍液用量越多，實驗的反應時間增加、反應速率減少。

(六)探討不同質量的氫氧化鈉對於實驗的反應影響



(1)由實驗可知不同克重的 NaOH 對所需的反應速率為:

$$0.2g < 0.4g < 0.6g < 0.8g < 1.0g$$

(2)由上述得知，藍瓶實驗中，NaOH 用量越多，所需的反應時間越短、反應速率提高

## 五、結論與生活應用

### 結論

- 一、由實驗中可得知，當含有的亞甲藍液滴數越多時，數位數值越小(光敏電阻所產生的電壓越大)
- 二、由實驗中可得知，葡萄糖在藍瓶實驗中的活性為這三種糖類中最佳
- 三、由實驗中可得知，溫度越高，反應時間越短、反應速率提高。
- 四、由實驗中可得知，葡萄糖用量越多，反應時間越短、反應速率越高
- 五、由實驗中可得知，亞甲藍液用量越多，實驗的反應時間增加、反應速率減少。
- 六、由實驗中可得知，NaOH 用量越多，所需的反應時間越短、反應速率提高

### 生活應用相關:

- 一、本次實驗中，我們利用 Arduino 與光敏電阻自製檢測亞甲藍液含量的裝置，透過實驗一的數據，經由三次回歸後的  $R^2$  為 0.9944 的高度相關，而利用 2 次回歸的  $R^2$  職小於 3 次回歸。因此，本次實驗利用 3 次回歸探討後續相關實驗。
- 二、在實驗中，我們利用了分子式皆為  $C_6H_{12}O_6$  的醣類:葡萄糖、果糖以及半乳糖，透過實驗結果可以發現，葡萄糖反應所需的時間最少，也就是反應速率越快;而半乳糖相較之下稍慢些;而果糖則在實驗中沒有發生任何藍瓶反應。而我們常常在生活中的新聞聽到半乳糖與果糖對人體而言較難代謝，對於藍瓶實驗而言，葡萄糖的活性較大，這或許是人類較容易運用葡萄糖的原因之一。
- 三、在不同溫度對於實驗顏色變化速率的影響實驗中，我們發現，當溫度越高，其反應速率越快，反應所花的時間越短。

四、在溫度對於實驗顏色變化速率的影響實驗中，我們發現當溫度低時，溫度上升所提高的反應速率相較於溫度高時提高反應速率時來地效果好，推測是因為溫度低時，大多數的物質活性較低，而當溫度提升時，會提升相當高倍的反應速率的效果；而當溫度高時，大多數物質已經相當活潑了，因此提高溫度時的反應速率較沒有低溫時來的有效。

五、實驗中所列化合物，只要會呈現藍瓶變色反應的，最後這個現象都會終止，不在產生反應。

六、由實驗結果可發現，我們自製的裝置可以用於有關顏色變化的反應速率的實驗中，其製作成本低，且能將實驗結果數值化。

#### 參考資料

一、<http://pckchem.ncue.edu.tw/laboratory/chemdemo/84/8424032/藍瓶反應.htm>

二、<http://www.deliabw.edu.hk/klip/uit/Redox.htm>

三、<http://home.kimo.com.tw/pj8559/a/a008403.htm>

四、中國大百科全書/化學Ⅱ/ P.1092/氧化還原反應

五、大美百科全書/21/ P.123/氧化還原反應

六、大美百科全書/23/ P.166/氧化還原