

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高中組 化學科

第一名

040208

DCPIP 變色比一比

學校名稱：國立羅東高級中學

作者： 高二 陳韋丞 高二 林佳萱 高二 陳昱楹	指導老師： 李建勳 林兆駿
---	-----------------------------

關鍵詞：氧化還原、藍瓶反應、DCPIP

得獎感言



這次的科展，從北區到全國賽，我們的作品在經過了不斷的修正與精進後終於脫穎而出。而這個過程中，我們學到了很多東西。除了專業的知識，我們在老師的帶領下進入大學實驗室、學習專業實驗儀器的操作。也是因為科展的訓練，讓我們學會有邏輯地發表我們的論點以說服教授，並和教授應對。更是因為科展，讓我們深刻體會團隊合作的重要性，儘管各自都有著繁重的課業壓力，仍然不分你我的一同付出，一起犧牲假日、一起苦撐到凌晨兩點，這樣的革命情感，是最珍貴最難忘的。最後也感謝指導老師的辛勤付出，更感謝評審教授的青睞，給予我們這個極大的肯定與鼓勵。未來，在這個無止盡的科學殿堂裡，我們一定會繼續努力向前邁進。

壹、 摘要

“藍瓶反應”是一個常見的趣味實驗，以亞甲藍的藍色 \leftrightarrow 無色瞬間的變化令人稱奇。經過實驗，我們從許多不同的染色劑中，發現除亞甲藍之外，亦有能夠進行藍瓶反應的——“DCPIP”。於是我們進一步探討“DCPIP”的結構，並探討其可能的反應過程，及在不同條件下之反應速率。於是我們就發現了不僅葡萄糖、果糖、半乳糖可出現藍瓶現象，只要可以繼續氧化的官能基(例如羥基或醛)，在其官能基附近有拉電子基的存在，亦產生效果絕佳的藍瓶反應。

亦以葡萄糖本身為探討的主題，到底是哪一個官能基最有可能先開始反應？也探討DCPIP、氧氣、葡萄糖及氫氧化鈉四者之間可能發生的機制。我們也發現了藍瓶反應的現象要發生，四者的條件缺一不可。另我們亦以氧化電位及還原電位去探討其中可以變色的原因。於是就慢慢揭開藍瓶反應神秘的面紗。

貳、 研究動機

從搜尋資料中，我們發現很多人探討過藍瓶反應這個內容，大部分人使用亞甲藍做為染劑並觀察其反應過程之顏色變化。但是在這麼多種染料之中，難道只有亞甲藍會有如此現象嗎？於是我們再進一步仔細探討、規劃實驗，果然有了新發現——DCPIP，這是生物光反應中常用的氧化劑。並希望藉由本次的科展，發表我們的實驗過程及結論，讓更多人認識不一樣的“藍瓶反應”。

參、 研究目的

- 一、尋找除了亞甲藍以外亦能呈現“藍瓶反應”的染色劑。
- 二、以不同化合物含有 R-OH 官能基取代，並討論其可能的反應。
- 三、以不同化合物含有 R-CHO 官能基取代，並討論其可能的反應。
- 四、測氧化電位及還原電位，並討論其與變色的可能條件。
- 五、探討藍瓶反應中，可能的反應機制。

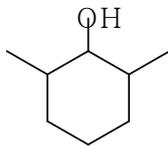
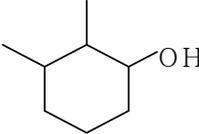
肆、 研究設備及器材

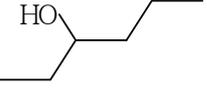
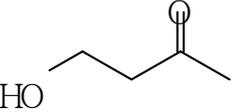
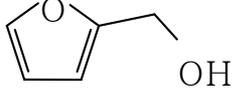
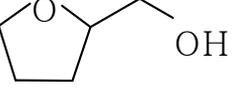
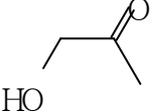
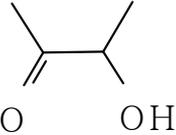
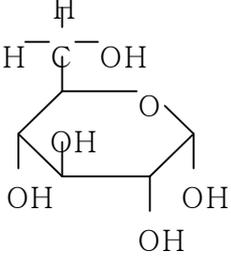
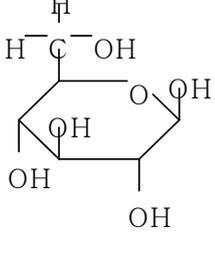
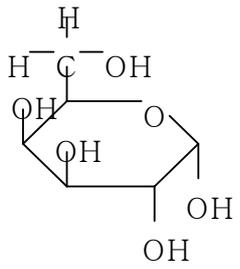
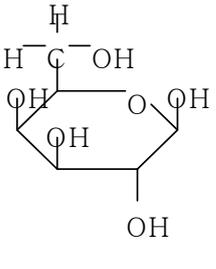
(1) 實驗器材：

實驗器材	
試管	錐形瓶
燒杯	溶氧電極
攪拌棒	溫度計
Micropipette	碼表
電子天秤	試管塞
刮勺	拭鏡紙

加熱板	秤紙
pH 劑	500 介面
磁石	試管架
CV	

(2) 實驗藥品：

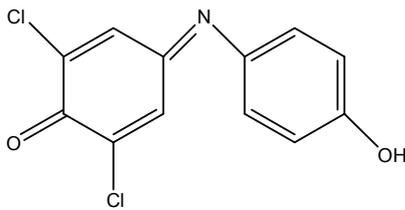
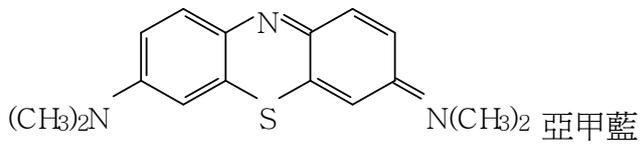
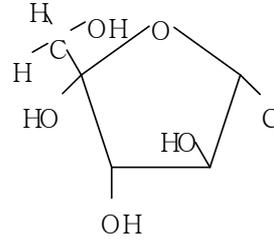
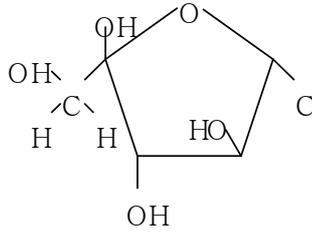
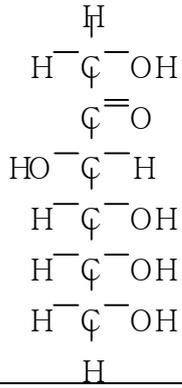
實驗藥品 (結構式)	
NaOH	
甲醛 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \end{array}$	丙醛 $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \quad \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
乙二醇 $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	甲醇 $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$
乙醇 $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	1-丙醇 $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{OH} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
2-丙醇 $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{OH} \quad \text{H} \end{array}$	異-丁醇 $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H}_2 \\ \quad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
1,3 丙二醇(1,3propanediol) $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{OH} \quad \text{H} \quad \text{OH} \end{array}$	丙三醇 (甘油) $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$
戊五醇 $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	己六醇 $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$
2,6-dimethyl cyclohexanol 	2,3-dimethyl cyclohexanol 

<p>3-Hexanol</p> 	<p>4-hydroxy-2-butanone</p> 
<p>Furfuryl alcohol</p> 	<p>Tetrahydrofurfuryl alcohol</p> 
<p>Acetol</p> 	<p>Acetoin</p> 
<p>葡萄糖</p> <p>直鏈式結構</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$ </div> <div style="text-align: center;"> <p>α-葡萄糖</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>β-葡萄糖</p>  </div> </div>	
<p>半乳糖</p> <p>直鏈式結構</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$ </div> <div style="text-align: center;"> <p>α-半乳糖 (半縮醛)</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>β-半乳糖</p>  </div> </div>	

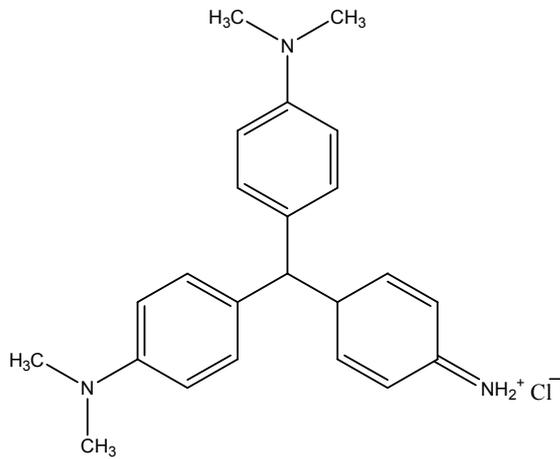
果糖
直鏈式結構

α -果糖

β -果糖



2,6-Dichlorophenol indophenol
(DCPIP) (二氯靛酚)



甲基紫

二、實驗方法：

1. 固定 NaOH、葡萄糖(果糖、半乳糖)的濃度及量並加入染劑，觀察其氧化還原反應過程中的顏色變化，找出可行藍瓶反應之染劑。
2. 以分光光度計(波長 611nm)測量反應所需的時間，並使反應重複進行 10 次，記錄其反應所需時間之異同。
3. 配製不同濃度的葡萄糖溶液及 NaOH 溶液，搖動 15 下使之變回藍色，並記錄其最佳的關係。
4. 分別以及半乳糖、果糖重複實驗一的步驟。
5. 以不同含有 R-OH 官能基的不同化合物，重複實驗一的步驟（藥品如表列）
6. 以不同含有 R-CHO 官能基的不同化合物，重複實驗一的步驟（藥品如表列）
7. 以溶氧電極分別實驗不同糖類、丙三醇、戊五醇、己六醇.....等的耗氧速率。
8. 在不同 NaOH 濃度下以溶氧電極偵測葡萄糖的耗氧速率。
9. 實測 DCPIP 的氧化電位及還原電位並紀錄之。

陸、實驗結果

1. 在表列的化合物中，可以變色反應，其結果如下：

(1) 單糖部分：

化合物名稱	反應結果
葡萄糖	V (快)
半乳糖	V (快)
果糖	V (快)

(2) R-CHO 部分：

甲醛	X
丙醛	X

(3) R-OH 部分：

甲醇	X
乙醇	X
1-丙醇	X
2-丙醇	X
異丙醇	X

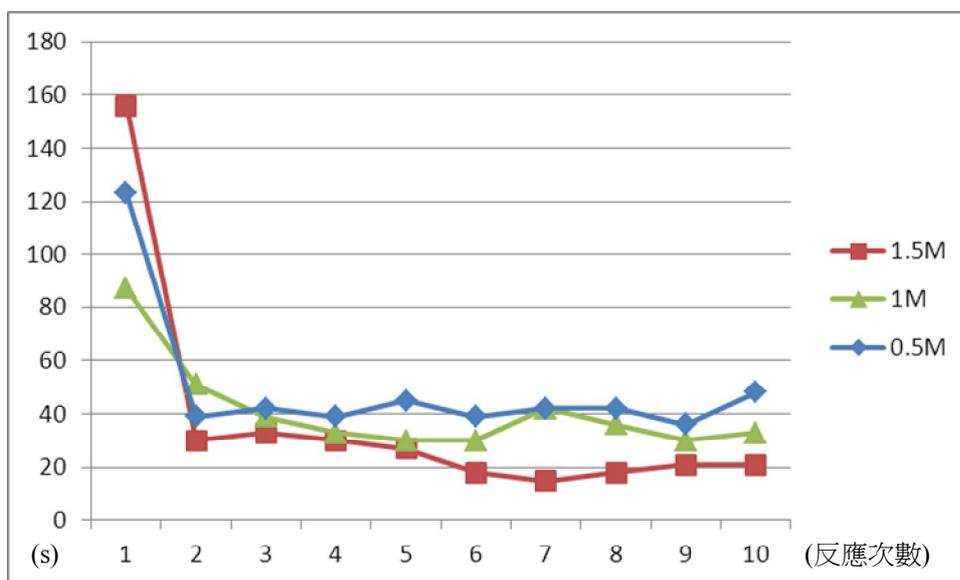
異丁醇	X
3-Hexanol	X
乙二醇	V (很慢)
1,3 丙二醇(1,3propanediol)	V (慢)
丙三醇 (甘油)	V (略慢)
戊五醇	V (慢)
己六醇	V (慢)

(4) 有拉電子基或烷基的不同化合物

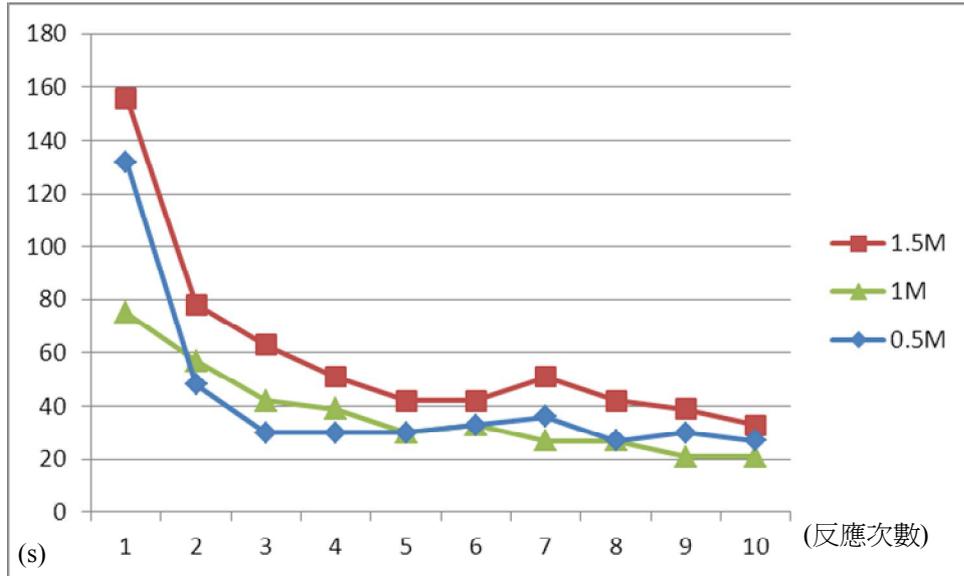
Acetoin	V (快)
Acetol	V (快)
Tetrahydrofurfuryl alcohol	V (慢)
2,3-dimethyl cyclohexanol	X
2,6-dimethyl cyclohexanol	X
Furfuryl alcohol	X
4-hydroxy-2-butanone	X

2. 不同濃度的單糖溶液及 NaOH 溶液，搖動 15 下後藍色變回無色，其時間與速率關係如下：

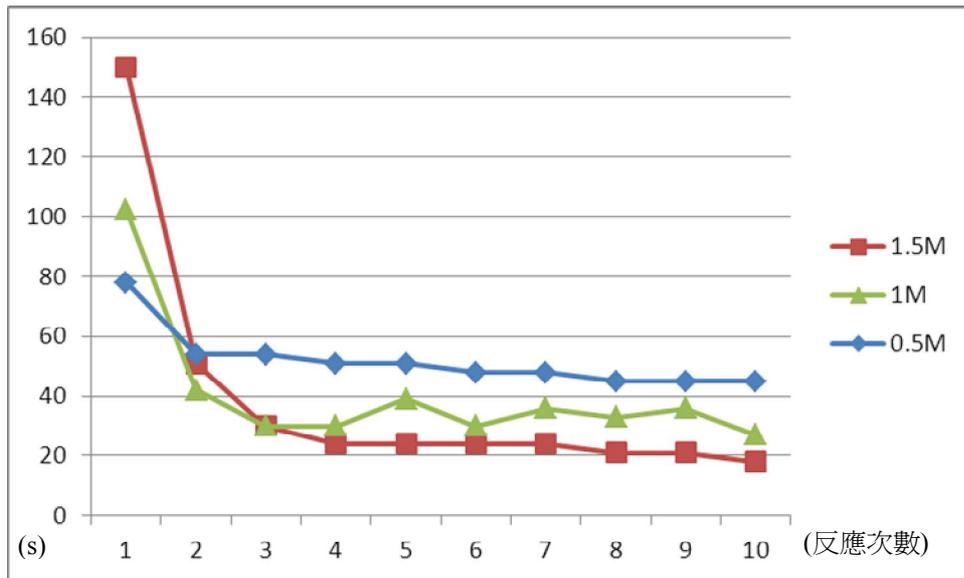
(1) 葡萄糖：



(2) 果糖：



(3) 半乳糖



說明：(1) 由上列表中，可得到兩個結論：

- ① 第一次所變色的時間都比較長，隨著搖動次數愈多變色的時間愈縮短。
- ② 單糖克數愈多，變色的時間都較長，其時間差距相當的接近。

我們探討的結果是：

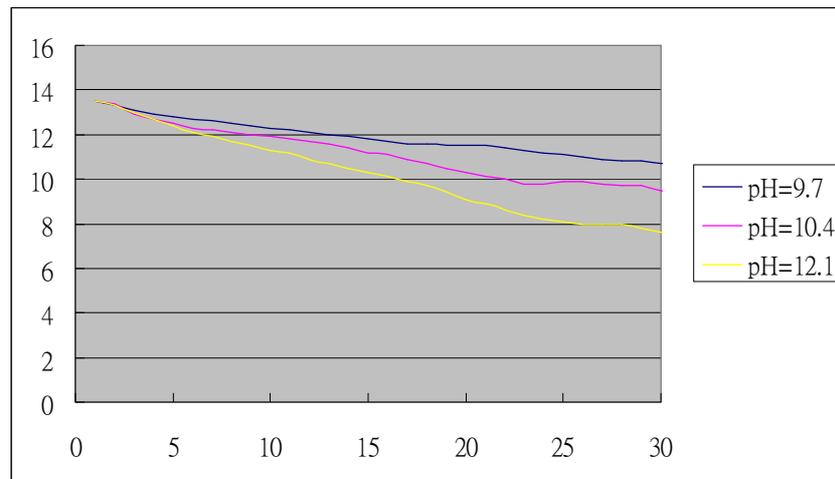
- ① 剛開始反應時，葡萄糖進行氧化還原，大量的電子需要靠相互的碰撞才發生轉移，所以 DCPIP 變色時間比較長
- ② 單糖克數愈多，變色的時間其差距變小，是因為大量的分子、離子及氧氣之間

需要相互碰撞，才有機會進行氧化還原。並且電子在液態的環境下亦要進行轉移，才有機會產生藍瓶現象。所以當葡萄糖克數多時，因有大量的“粒子”要碰撞進行氧化還原，電子在溶液中轉移較慢，所以呈現變色的時間差異性就變小了。

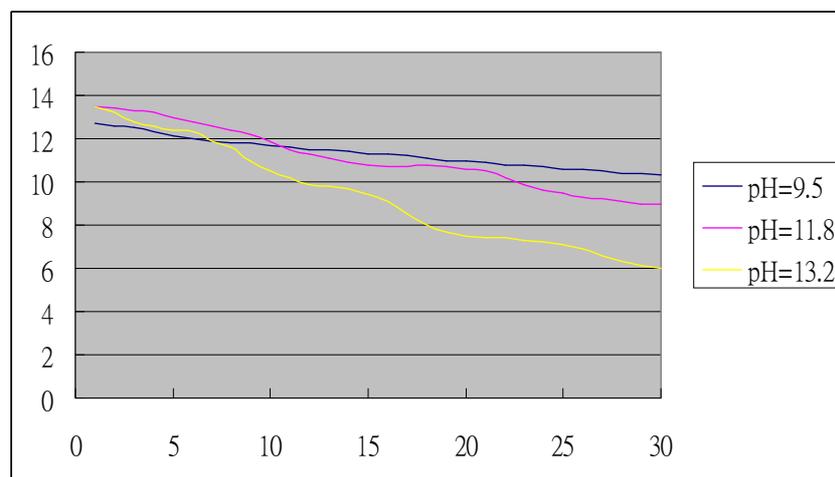
③顏色變化的時間長不是代表反應慢，而是表示著有大量的電子正準備轉移，進行氧化還原反應。

3. 在不同 pH 值下以溶氧電極偵測溶液中的耗氧速率：

(1) 葡萄糖



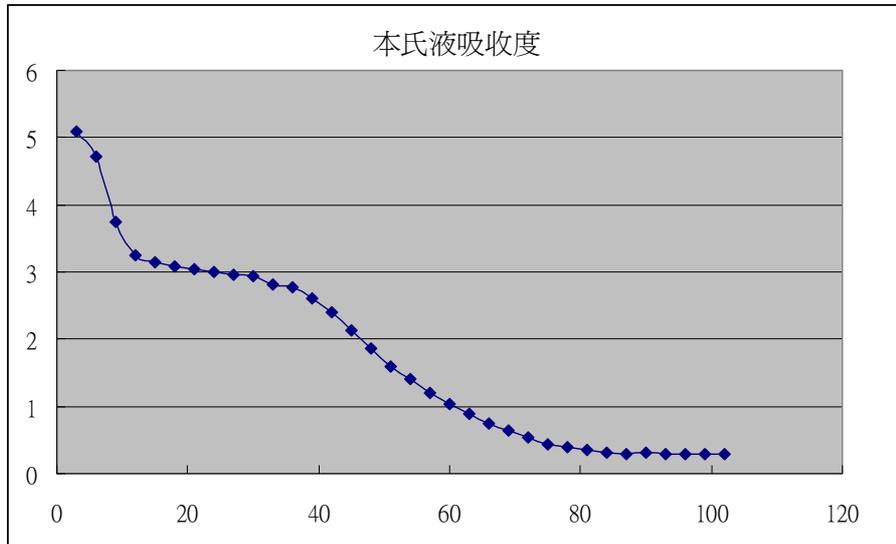
(2) 丙三醇



說明：pH 值愈高，測溶液中的耗氧速率愈快

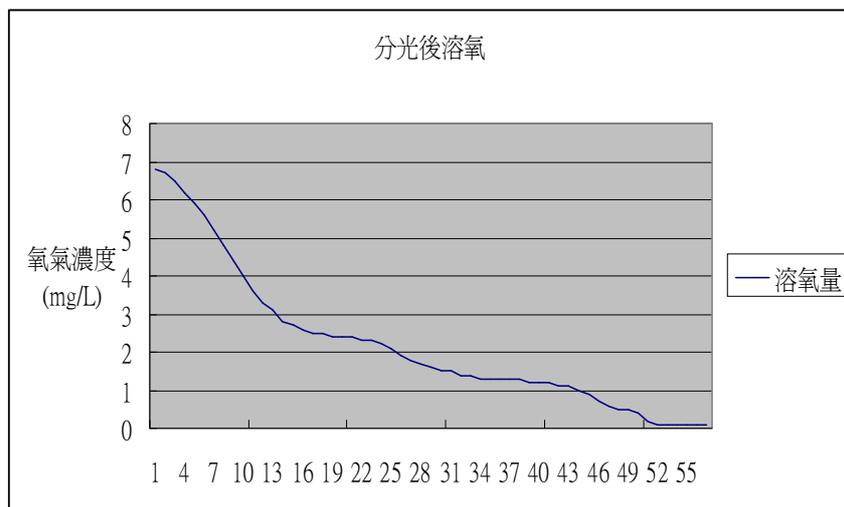
4. 分光度計吸收度實驗

以 0.1 克葡萄糖、1 M NaOH、亞甲藍進行反應每 3 分鐘取 1ml 溶液加入固定體積本氏液進行分光度計實驗，其吸收度如下表所示：

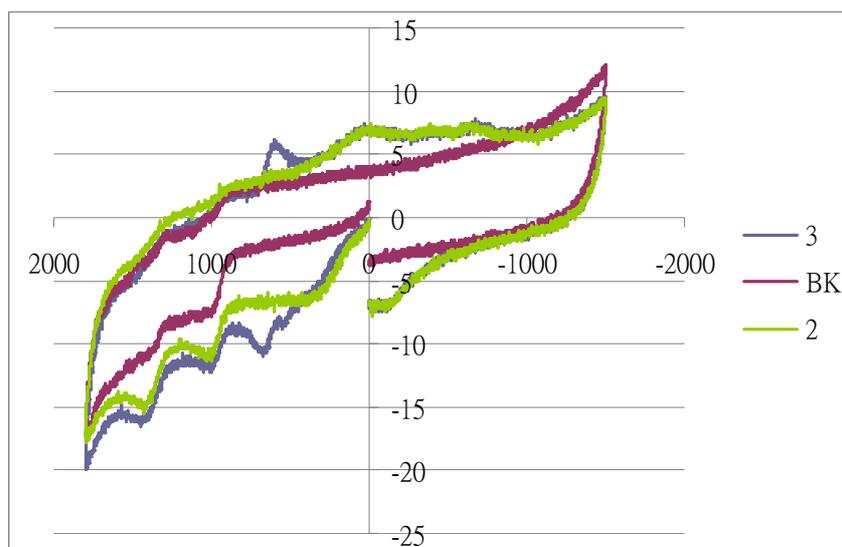


說明：前 12 分鐘時下降較快，其後趨於緩和；約 40 分鐘時又開始往下掉；約 81 分鐘左右所加入的本氏液其顏色已經沒有變化，表示所加入的葡萄糖已經沒有“半縮醛基”可以與本氏液產生反應。

之後再以溶氧電及測試，其溶氧速率如下所示：表示葡萄糖上的羥基開始反應



4.實測 DCPIP 的氧化電位及還原電位並紀錄之



柒、討論

(一) 實驗部份

- 1.在找最佳濃度的實驗中，我們發現不同葡萄糖及不同 NaOH 溶液的濃度之間，其顏色的變化速率明顯的不同。後決定以 NaOH 溶液 1.0M 3ml 為定量實驗，進而改變不同的糖類或可能的化合物濃度，以作為操作變因。
- 2.因每次實驗中所加入的 DCPIP 是固定量，所以先配製好固定的濃度及加入固定的體積，作為控制變因。
- 3.為要證明氧氣的確有參與反應，所以在氮氣系統下進行藍瓶反應，並確定在氮氣系統下無法變色，並攝影記錄之，所以才會繼續以溶氧電極以進行實驗，以偵測溶液中的溶氧量。
- 4.為要證明葡萄糖是哪個官能基參與反應，所以本實驗分成兩大部分不同的官能基為主要的討論內容。

(1) 以 R-OH 不同化合物為主要的實驗設計及討論的內容

(2) 另一是以 R-CHO 不同化合物為主。

(二) 實驗設計部分：

由分子結構（官能基）作為實驗設計、比對及討論：

1. 化合物含有-CHO 官能基

甲醛	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \end{array}$	不反應
丙醛	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \quad \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	不反應

有-CHO 官能基與葡萄糖的末端相似，但是甲醛及丙醛均不反應，表示在相同的條件下進行實驗，醛基無法進行氧化。本實驗中，化合物僅有甲醛及丙醛，因 4 個碳以上的化合物對水的溶解度很差，故不易進行實驗及探討。

2. 化合物含有-OH 官能基

甲醇	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	不反應
乙醇	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	不反應
乙二醇	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	反應
1-丙醇	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{OH} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	不反應
2-丙醇	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{OH} \quad \text{H} \end{array}$	不反應
異丁醇	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H}_2 \\ \quad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	不反應
1,3 丙二醇	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{OH} \quad \text{H} \quad \text{OH} \end{array}$	反應
丙三醇	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	反應
戊五醇	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	反應
己六醇	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	反應

2,3-dimethyl cyclohexanol		不反應
3-Hexanol		不反應
2,6-dimethyl cyclohexanol		不反應
Furfuryl alcohol		不反應
Acetol		反應
Acetoin		反應
Tetrahydrofurfuryl alcohol		反應
4-hydroxy-2-butanone		不反應

結果：

(1) 含有-OH 官能基上表所列的化合物中，其中若沒有拉電子基，則一元醇均不反應(含一級醇、二級醇)，包含本實驗中使用的甲醇、乙醇、1-丙醇、2-丙醇、異丁醇、2,3-dimethyl、3-Hexanol、2,6-dimethyl cyclohexanol (除了 acetoin 之外)，無法呈現藍瓶反應。但 acetoin、acetol、Tetrahydrofurfuryl alcohol 卻可以呈現效果佳的藍瓶反應，從結構上來看提供了我們一個很重要的訊息----R-OH 官能基旁邊多了一個拉電子基，可以使-OH 官能基進行氧化反應，而且是效果佳的藍瓶反應。但是

Furfuryl alcohol 及 4-hydroxy-2-butanone 卻沒有這樣的現象，我們推論的結果是 Furfuryl alcohol 上有 π 鍵降低了其拉電子的能力。而 4-hydroxy-2-butanone 是上的“酮”拉電子較弱且與“羥基”的距離較遠，所造成的結果。

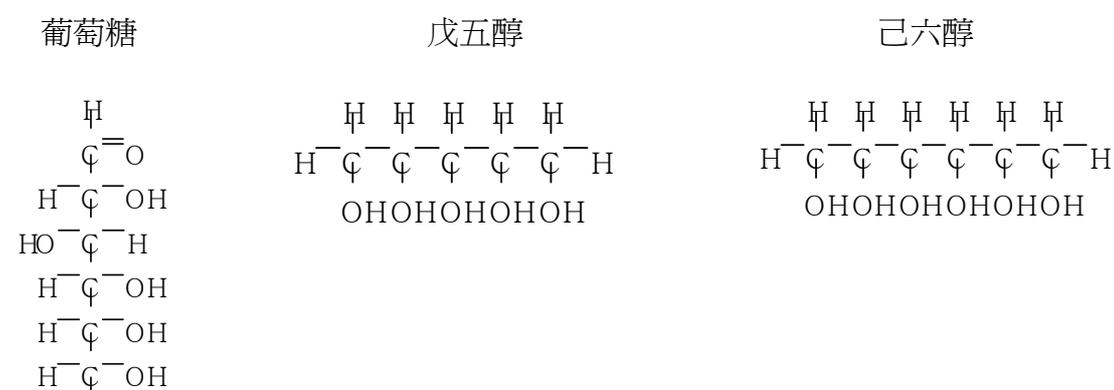
(2) 含有多元醇的化合物中乙二醇、1,3 丙二醇、丙三醇、戊五醇、己六醇均呈現藍瓶反

應，但反應的速率不同。其中丙三醇反應速率稍快，其次是戊五醇、己六醇，最慢是乙二醇。

另外我們亦以分子的結構仔細推究其原因，可以發現多元醇中-OH 均是相鄰的位置，且-OH 本身也是拉電子基，而-OH 之間亦會產生氫鍵，是故丙三醇、戊五醇、己六醇雖亦能進行藍瓶反應，但反應速率上明顯緩慢很多。

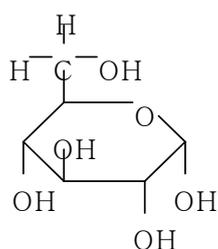
且以戊五醇、己六醇而言，其分子式與葡萄糖的分子結構（直鏈式結構）更相似。其結構相較如下：

以此推論，葡萄糖上的羥基亦有可能氧化而產生藍瓶現象。

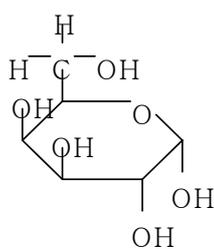


(3) 而在水溶液中大部分的單糖是以環狀結構存在（以 α 結構而言），其結構如下：

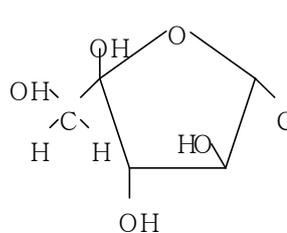
α -葡萄糖



α -半乳糖



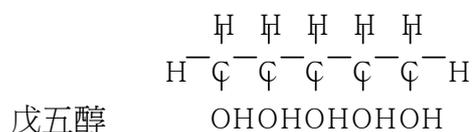
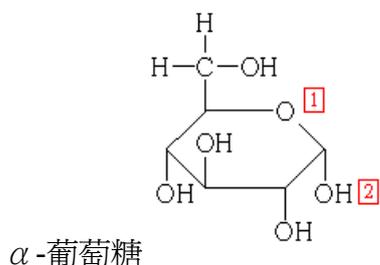
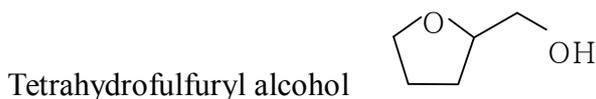
α -果糖



在進行本實驗時，就已發現除葡萄糖外，半乳糖及果糖亦均能產生藍瓶反應。就以其分子的環狀結構作為討論，發現：

- ① 半縮醛基先進行氧化反應
- ② -OH 仍會繼續氧化，使藍瓶反應的時間上會比較久。

(4) 以 Tetrahydrofurfuryl alcohol 及戊五醇與 α -葡萄糖作比較及推論：



結果說明如下：

① Tetrahydrofurfuryl alcohol 有藍瓶反應，表示其環上的“醚”(-O-)是拉電子基使“羥基”發生氧化；亦表示 α -葡萄糖半縮醛基旁邊的“羥基”亦有機會發生氧化。另由本氏液證明 α -葡萄糖半縮醛基是會參與反應的。由上述的本氏液實驗及 Tetrahydrofurfuryl alcohol 有藍瓶反應，可間接推論得知： α -葡萄糖有兩處的官能基，最有機會最先氧化而產生藍瓶現象：一是環上的半縮醛基，另一是環上半縮醛基旁邊的“羥基”。

② 丙三醇、戊五醇及己六醇有藍瓶反應，表示其上的“某一羥基”有發生氧化，但速率較慢。這也是葡萄糖在本氏液實驗中證明-----“半縮醛基”已經反應結束後，葡萄糖仍呈現了藍瓶反應。這也是葡萄糖可以連續反應多次的主要原因。

(5) 另外氫鍵造成的影響在本實驗中暫時無法量化求出，以及哪一個位置的羥基先進行氧化，則需要更精密的儀器才可偵測。

3. 分光度計吸收度實驗

每 3 分鐘進行分光度計的吸收度實驗：以 Micropipette 吸取 1ml 的混合液，調其 pH 值約 7，並加入 1ml 本氏液，最後加入蒸餾水使總體積為 10ml，測其吸收度（波長 560nm）。

發現吸收度一直下降，表示其半縮醛基一直減少，約 81 分鐘後吸收度不再改變，曲線趨於水平，表示半縮醛基已經反應完畢。而又繼續進行藍瓶反應，當一搖動試管時，顏色亦有變化，但反應速率已經變慢，測其溶氧量仍繼續下降，也表示其上的羥基發生氧化，反應的速率也較緩和。

捌、結論

一、從實驗中得知：藍瓶反應是一不可逆反應。每一搖動錐形瓶時，瓶內空氣中的 O_2 便參與反應，溶液呈藍色又褪色，表示所加進去的單糖或其他的反應物已經開始氧化，使亞甲藍或 DCPIP 從氧化態藍色，又瞬間得電子成還原態而變為無色。當所加進去的單糖或其他的反應物已經反應而氧化完畢，造成藍瓶反應最後會終止。

二、本實驗中發現葡萄糖、半乳糖及果糖，可以反覆產生藍瓶反應的連續次數及時間均比其他的化合物久。經本實驗中的實驗推論：是因為其上的幾個官能基均有機會繼續反應而持續氧化，所以可以多次的連續進行而反應。

三、本實驗非可逆反應的幾個重要原因：

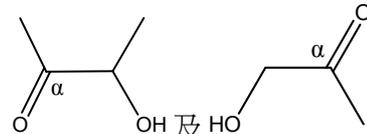
①溶氧電極去偵測水溶液中的氧氣含量，得到氧氣的濃度一直下降，氧氣是有參與反應的。

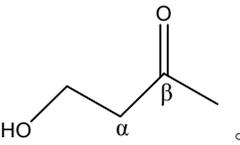
另外在氮氣的系統下，則不會有藍瓶現象發生。

②由本氏液去偵測葡萄糖的剩餘含量，確知葡萄糖的半縮醛基會參與反應。

③本實驗中所列化合物，只要會呈現藍瓶現象的，最後這個現象都會終止。

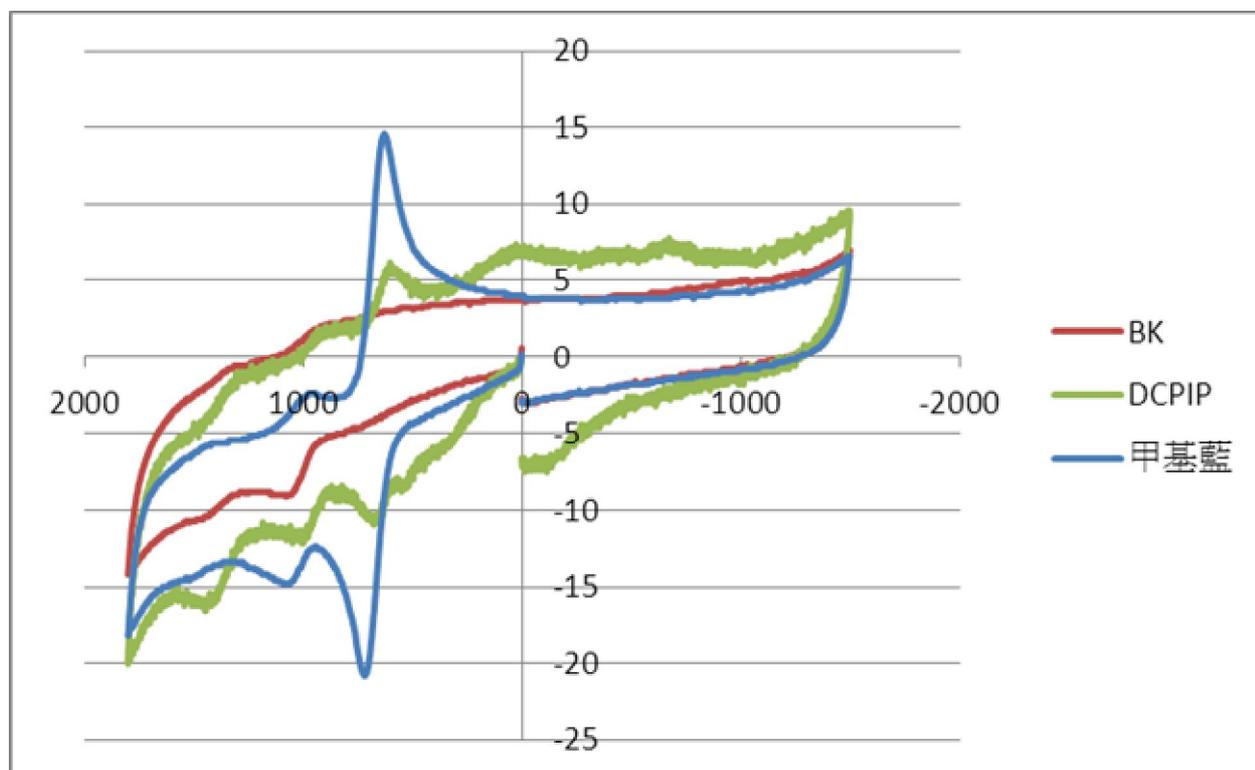
四、本實驗所有的化合物中，會產生藍瓶反應的，主要是官能基-----“醛基”及“羥基”因可氧化，所以均有機會產生藍瓶反應。但有另一個重要的條件是：其相鄰或附近的位置上必須要有一個拉電子基存在，才會使相鄰的“醛基”及“羥基”有條件的氧化。拉電子基的

位置近其反應速率會較快，例如：；而拉電子基的位置遠，則觀

察不到藍瓶現象，例如：。

五、大部分生物染劑皆不進行藍瓶反應，如甲基紫(龍膽紫)及甲基藍為不可逆，即變色後再行搖晃不再變色，表示在藍瓶反應的條件下其氧化後，但無法獲得電子而還原變色，在本實驗中可測得 E_{ox}° 無法測得 E_{red}° 或者其 E_{red}° 過高。惟 DCPIP 與亞甲藍一樣，靜置變色後，再進行搖晃又會變色，且可重複進行。

下圖中，可看出 DCPIP 可測得 E_{ox}° 及 E_{red}° ，但甲基藍只測得 E_{ox}° 無法測得 E_{red}° 。



六、本實驗反應機制的推測：

1.強鹼下：

(1)OH去抓 DCPIP 上的”H”，在 O_2 下 DCPIP 氧化失電子成氧化態(藍色)。

(2)OH同時去抓葡萄糖經基上的”H”，在 O_2 下同時進行氧化。

2.葡萄糖氧化失去大量的電子，並在水溶液中藉由碰撞，而將電子轉移給氧化態的 DCPIP 或亞甲藍，當 DCPIP 或亞甲藍一得電子馬上又呈現還原態(無色)。

3.以偵測的電位值亦可證明： E_{ox}° 及 E_{red}° 的大小會是藍瓶反應可否成功的重要因素。

	E_{ox}°	E_{red}°
亞甲藍	0.01	0.53
DCPIP	0.13	0.56
甲基紫	1.153	1.013
甲基藍	1.235	X

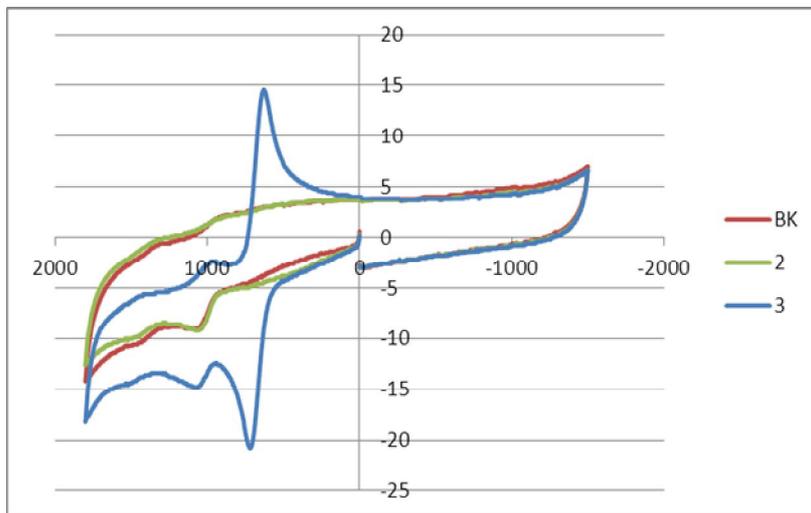
(X 表實驗中，目前實驗偵測不到)

玖、參考資料及其他

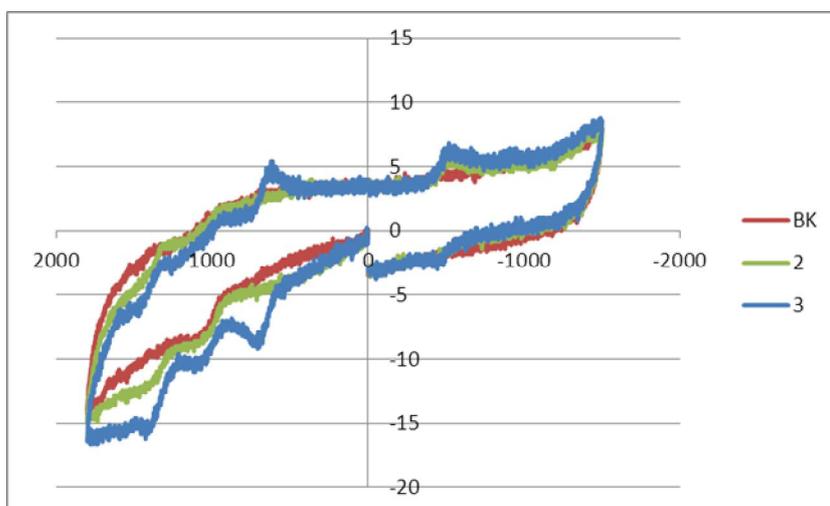
1. <http://zh.wikipedia.org/zh-tw/> 維基百科
2. 中國大百科全書/化學 I / P.478/還原.還原劑.還原顏料
3. 大美百科全書/23/ P.166/氧化還原
4. <http://pckchem.ncue.edu.tw/laboratory/chemdemo/84/8424032/藍瓶反應.htm>
5. http://en.wikipedia.org/wiki/Methylene_blue 甲基藍本身結構
6. <http://www.deliabw.edu.hk/klip/uit/Redox.htm>
7. <http://home.kimo.com.tw/pj8559/a/a008403.htm>
8. 第 48 屆中小學科學展覽會高中組化學科/作品編號 040214/搖哩！搖勒！變色水

拾、附錄

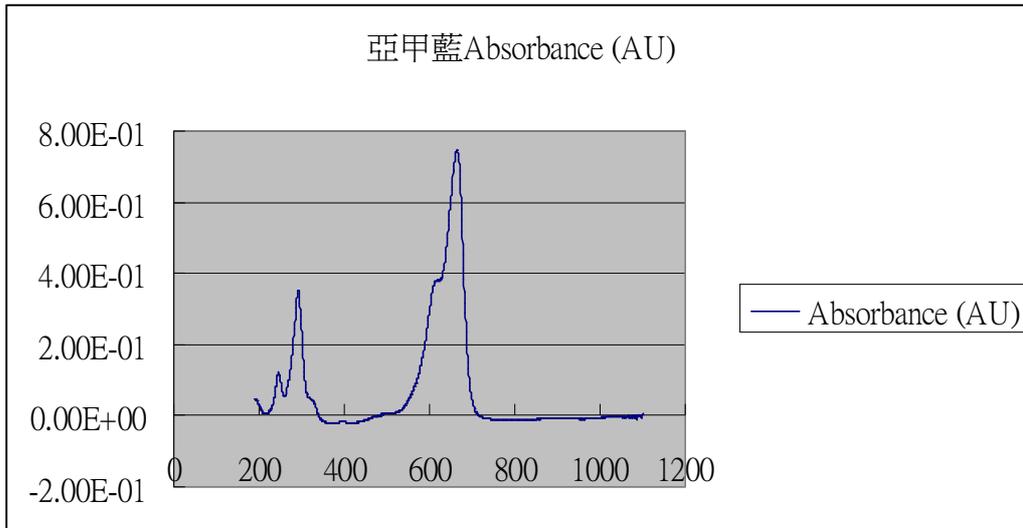
1. 甲基藍的 CV 圖



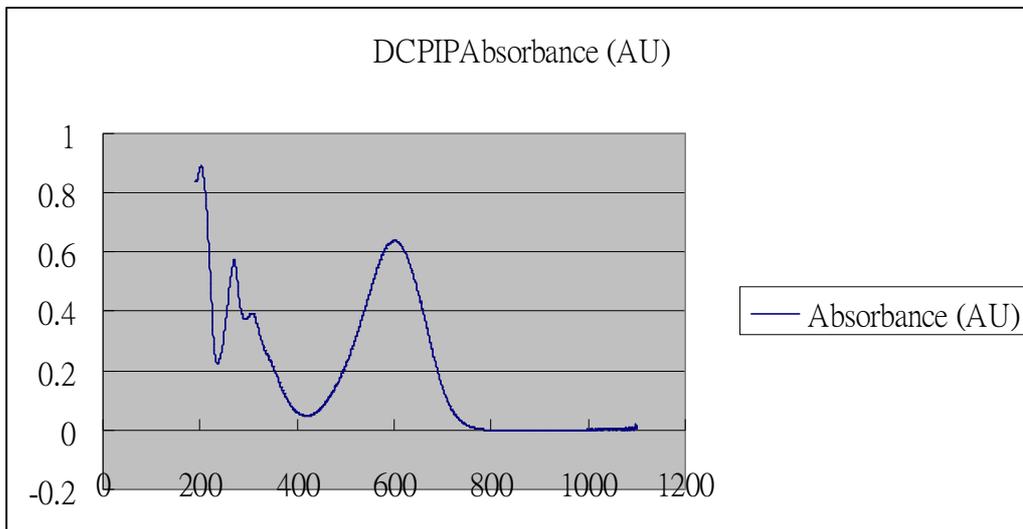
2. 甲基紫的 CV 圖



3. 亞甲藍的 uv 吸收圖



4. DCPIP 的 uv 吸收圖



【評語】 040208

本件作品應用亞甲藍的氧化還原反應探討葡萄糖、果糖的藍瓶效果，過程的邏輯說理清楚，研究發現具說服力。並利用反應機制的觀念發現 DCPIP 的反應。作者的說明清楚明白也能互相支援補充說明顯示合作良好。