

投稿類別:自然探究

篇名:

藍瓶動態-探討不同變因對藍瓶反應溶氧量及透光度的動態變化

作者:

私立海星高級中學附設國中部，八年仁班，許筱宓

私立海星高級中學附設國中部，八年仁班，廖宥澄

私立海星高級中學附設國中部，八年仁班，張宸銘

私立海星高級中學附設國中部，八年仁班，徐楷博

指導老師:

葉東茂 老師

廖啟岑 老師

壹、前言

一、研究動機

在六年級時，我們參加了海星國中的海小科學營。其中一個實驗是化學震盪，也就是藍瓶實驗。當時我們對這個實驗非常好奇，因為溶液可以從藍色變回無色，搖一搖後又會變回藍色，而且每次的反應時間都不一樣，這讓我們感到非常驚訝；隨著升上國中，我因為當時的驚訝與好奇，決定將這個實驗作為我們這次科展的主題。我們計劃改變藍瓶反應中葡萄糖和氫氧化鉀的濃度，同時調整溫度，以探究濃度和溫度對藍瓶反應的影響。此次，我們採用手機APP來解決用肉眼無法辨認清楚的問題。

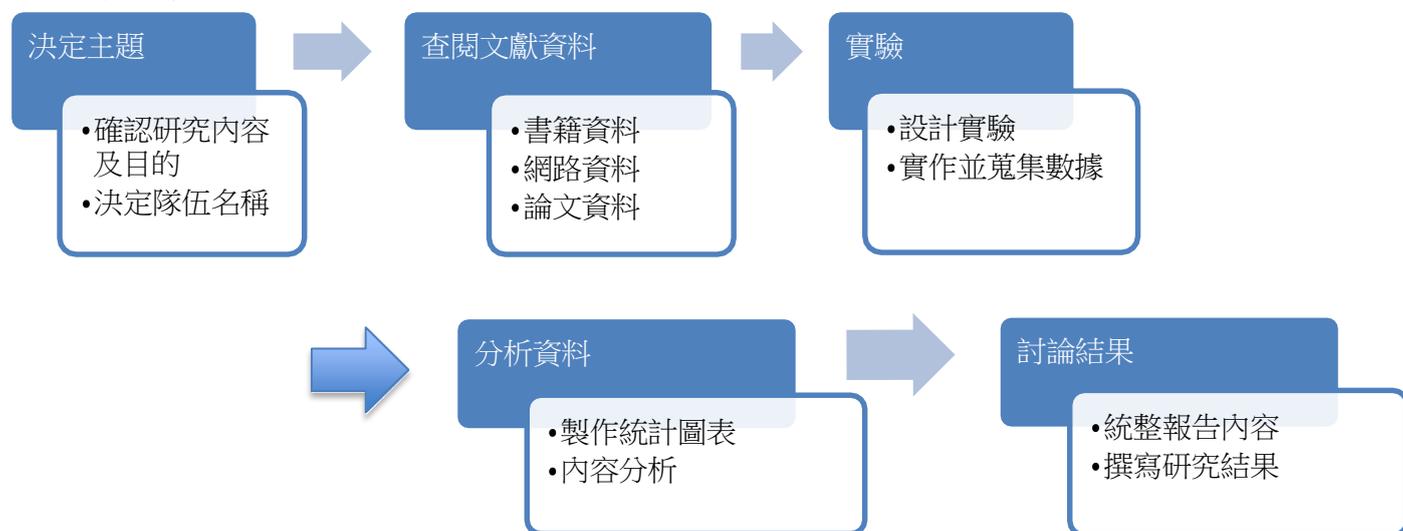
二、研究目的

- (一)探討不同葡萄糖濃度對氧化還原速率的影響
- (二)探討不同氫氧化鉀濃度對氧化還原速率的影響
- (三)探討不同溫度對氧化還原速率的影響
- (四)探討不同PH值對氧化還原速率的影響

三、研究方法

- (一)文獻蒐集：從網路、書籍、期刊及論文尋找相關資料並整理成重點。
- (二)設計實驗：透過實驗蒐集數據並加以分析，來得出結論。

四、研究流程



貳、正文

一、文獻探討

(一)、名詞釋義

1.氧化還原反應：

反應	氧得失的觀點	電子得失的觀點	氧化數遞減的觀點
氧化	得到氧	失去電子	氧化數增加
還原	失去氧	得到電子	氧化數減少

2.化學震盪（藍瓶實驗）：在容器中加入少量氫氧化鈉和葡萄糖，加水溶解。再加入少量亞甲基藍並振盪，此時溶液呈藍色。靜置一段時間後，藍色消失，溶液變為無

色。再次振盪，溶液又恢復藍色。再次靜置，溶液再變為無色，如此反覆。（取自台灣網路科教館-藍瓶實驗）-

3. 透光率：透光率是表示光線穿透介質的光通量的百分比。也就是說一定量的光在經過介質時除去吸收、反射後，透過介質的光通量的百分率。-（取自3nh霧度計）

4. 葡零氫二：指葡萄糖0%，氫氧化鉀2%，以此類推，葡二氫二就是葡萄糖2%，氫氧化鉀2%的意思

二、實驗原理

(一)藍瓶反應原理：

依據1988化學示範（Chemical Demonstrations）一書中所建議本實驗所涉及反應式：

1. $O_2(g)$ 溶於水中形成 $O_2(dissolved)$
2. $methylene\ blue + O_2(dissolved) \rightarrow methylene\ blue$
(還原態，無色) (氧化態，藍色)
3. $glucose + OH^- \rightarrow glucoside$
4. $glucoside + methylene\ blue \rightarrow methylene\ blue + OH^- + glucose$
(氧化態，藍色) (還原態，無色)

上述的反應式（2）和（4）屬於氧化還原反應

(二)透光率測量

英文叫做Spectrometer。分光儀的原理就是將成份複雜的光分離成光譜線的光學儀器並以光電倍增管等光探測器在不同波長位置，測量譜線強度的裝置。其構造由一個入射狹縫，一個色散系統，一個成像系統和一個或多個出射狹縫組成。以色散元件將輻射源的電磁輻射分離出所需要的波長或波長區域，並在選定的波長上(或掃描某一段)進行強度測定。陽光中的七色光是肉眼能分的部分(可見光)，但若通過分光儀的實驗將陽光分解，按波長排列，可見光只佔光譜中很小的範圍，其餘都是肉眼無法分辨的光譜，如紅外線、微波、紫外線、X射線等等。通過分光儀對光信息的抓取、以照相底片顯影，或電腦化自動顯示數值儀器顯示和分析，從而測知物品中含有何種元素。

三、實驗器材

藥品：葡萄糖(葡萄糖)、氫氧化鉀(氫氧化鉀)、亞甲藍液

研究器材：滴管、微量吸管、PASCO溶氧量檢測儀、恆溫水槽、加熱攪拌器
程式：PASCO溶氧量檢測APP



葡萄糖溶液	氫氧化鉀溶液	0.2%亞甲藍液	滴管	微量吸管
				
PASCO溶氧量檢測儀	Sparkvue	恆溫水槽		

四、實驗步驟

(一)實驗步驟：

1. 75ml 氫氧化鉀 / 氫氧化鈉 / 氨水 + 75ml 葡萄糖
2. 加入0.8ml 0.2%亞甲藍液
3. 蓋上有溶氧量檢測儀的蓋子
4. 攪拌1分鐘後放入25 / 35 / 45 / 55度的恆溫水槽中
5. 測量數據
6. 重複三到五步驟兩次
7. 使用了ChatGPT尋找公式並使用Python來分析數據，過程如下：

引用公式
<p>為了量化每個曲線的下降幅度，我們可以計算每個物質濃度下降的速率常數。在化學反應動力學中，這通常涉及對數據進行指數或線性回歸分析，以確定一階或二階反應的速率常數。對於類似指數衰減的過程，我們可以嘗試使用一階反應的模型來進行擬合，從而找出每條曲線的衰減速率常數。</p> <p>由於我無法直接從圖片中提取數據點，我需要您提供相關的數據表。您已經提供了一部分數據，我可以利用這些數據來計算每個物質的速率常數。讓我來做這個計算。我將使用您提供的數據點來擬合一階衰減模型：</p> $[A]_t = [A]_0 e^{-kt}$ <p>其中：</p> <ul style="list-style-type: none"> • $[A]_t$ 是時間 t 的濃度。 • $[A]_0$ 是初始濃度。 • k 是衰減速率常數。 • t 是時間。
圖0：引用公式圖片

轉成Python程式碼

```

1 import numpy as np
2 import pandas as pd
3 from scipy.optimize import curve_fit
4
5 # 一階衰減模型函數
6 def first_order_decay(t, k, A0):
7     return A0 * np.exp(-k * t)
8 df = pd.read_csv('your_data.csv')
9 rate_constants = {}
10 # 對每一種物質進行迴歸
11 for column in df.columns[1:]: # 跳過"時間(秒)"這一列
12     # 擬合一階衰減模型到數據
13     popt, pcov = curve_fit(
14         first_order_decay, # 模型函數
15         df["時間(秒)"], # x數據
16         df[column], # y數據
17         p0=(1e-2, df[column].iloc[0]) # 初始參數猜測
18     )
19     # popt 包含擬合參數: popt[0] 是 k, popt[1] 是 A0
20     rate_constants[column] = popt[0]
21
22 # 打印速率常數
23 for substance, k in rate_constants.items():
24     print(f"{substance} 的速率常數 k: {k}")
25

```

Python輸出數值

葡二氫二的速率常數 k : 0.002227635423476867

ChatGPT解釋

根據您提供的結果，我們可以看到不同物質的速率常數 k 各不相同，這些值表示了單位時間內物質濃度降低的速率。速率常數越大，表示物質的濃度下降得越快，反應速率越高。

葡四氫二和葡六氫二的速率常數相對較高，這意味著它們在相同條件下衰減得更快。而葡二氫二、葡八氫二和葡十氫二的速率常數較低，衰減速度較慢。

這些數值提供了一個量化的方式來描述和比較您圖表中各個曲線下降的幅度。您可以利用這些速率常數來進行進一步的分析，例如比較不同條件下的反應動力學或者計算反應的半衰期等。

四、 實驗結果

(一)不同葡萄糖濃度對氧化還原速率的影響

我們改變了葡萄糖的濃度，發現葡六氫二的氧化還原速率最快
 以下數據皆是在溫度為25度的情況下測量的

表1 水溫25度下不同葡萄糖濃度對藍瓶反應的影響

不同葡萄糖 濃度的影響	葡零氫二	葡二氫二	葡四氫二	葡六氫二	葡八氫二	葡十氫二
平均每秒速 率(%/sec)	0.0007	0.0287	0.0345	0.0372	0.0315	0.0365

*註：葡零氫二＝葡萄糖濃度0%+氫氧化鉀濃度2%

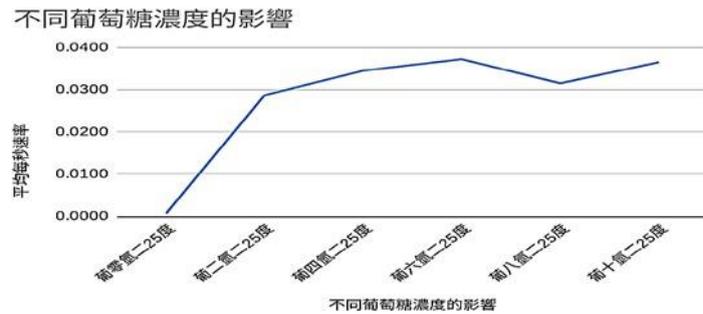


圖1：不同葡萄糖濃度的影響溶氧量對比圖

根據此圖我們可以發現有添加葡萄糖溶液中的溶氧量每秒下降的速率比較快，除了葡八氫二和葡十氫二比較慢以外，其他的溶液隨著葡萄糖濃度的增加，每秒下降的速率也逐漸變快。

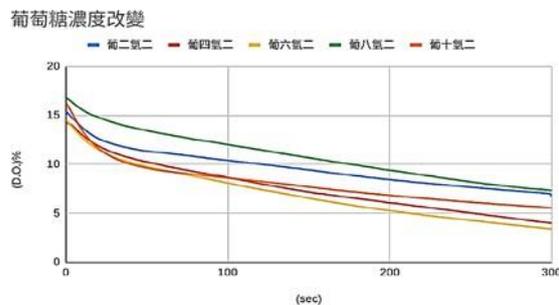


圖2：不同葡萄糖濃度的影響溶氧量對比圖

我們使用ChatGPT尋找公式並且轉為程式碼後輸入進去Python後，計算出來的數據如下：

葡二氫二的速率常數 k ：0.002227635423476867

葡四氫二的速率常數 k ：0.0038461155603369936

葡六氫二的速率常數 k ：0.004446877833738922

葡八氫二的速率常數 k ：0.002558414153937283

葡十氫二的速率常數 k ：0.0029182480069852505

我們發現葡四氫二和葡六氫二的速率常數相對較高，這意味著它們在相同條件下衰減得更快。而葡二氫二、葡八氫二和葡十氫二的速率常數較低，衰減速度較慢。

(二)不同葡萄糖濃度對氧化還原速率的影響

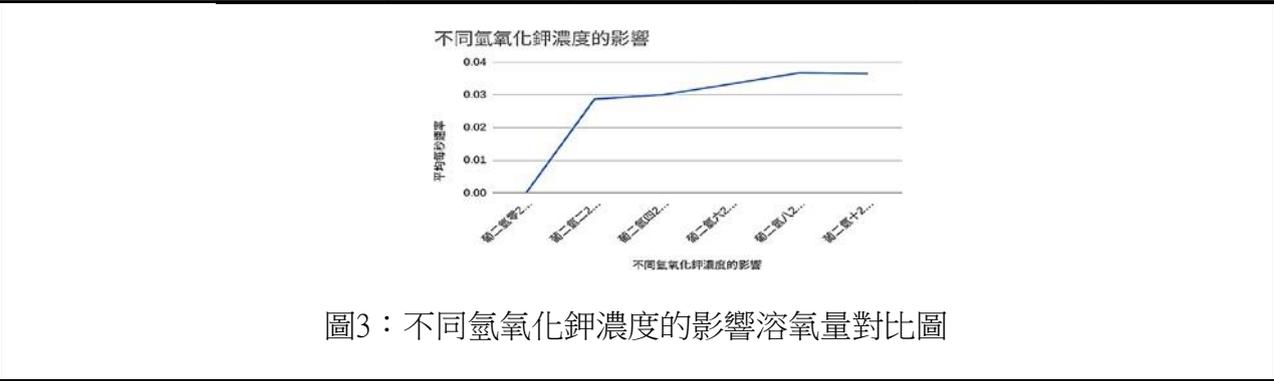
我們改變了葡萄糖的濃度，發現葡二氫十的氧化還原速率最快

以下數據皆是在溫度為25度的情況下測量的

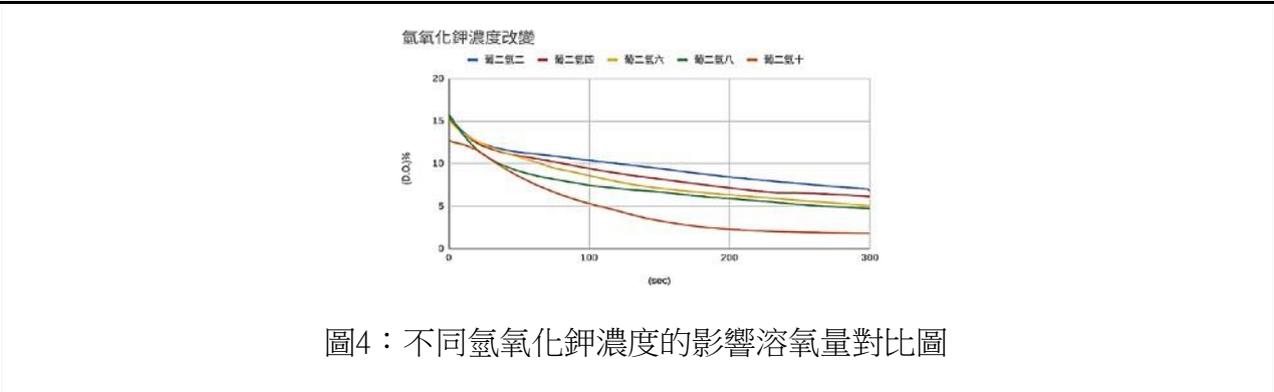
表2：水溫25度下不同氫氧化鉀濃度對藍瓶反應的影響

不同氫氧化鉀 葡二氫零 葡二氫二2 葡二氫四 葡二氫六2 葡二氫八2 葡二氫十2
濃度的影響 25度 5度 25度 5度 5度 5度

平均每秒速率	0.0001	0.0287	0.03	0.0333	0.0367	0.0365
--------	--------	--------	------	--------	--------	--------



根據此圖，我們可以看到在氫氧化鉀濃度越高時，溶氧量下降的速率就越快。



我們使用ChatGPT尋找公式並且轉為程式碼後輸入進去Python後，計算出來的數據如下：

葡二氫二 的速率常數 k ：0.002227635423476867
 葡二氫四 的速率常數 k ：0.0028929958154554443
 葡二氫六 的速率常數 k ：0.00366902580138599
 葡二氫八 的速率常數 k ：0.0036780576643665355
 葡二氫十 的速率常數 k ：0.008627768386096578

我們發現葡二氫六、葡二氫八和葡二氫十的速率常數相對較高，這意味著它們在相同條件下衰減得更快。而葡二氫二、葡二氫四的速率常數較低，衰減速度較慢。

(三)不同溫度對氧化還原速率的影響

我們改變了實驗的溫度，發現35度的氧化還原速率最快

以下數據皆是在葡萄糖和氫氧化鉀濃度相同的狀況下測量的

表3：葡萄糖及氫氧化鉀在相同濃度下不同溫度對藍瓶反應的影響

溫度變化對氧化還原速率的影響

葡二氫二25度

葡二氫二35度

葡二氫二45度

葡二氫二55度

平均每秒速率

0.0287

0.0311

0.0301

0.0286

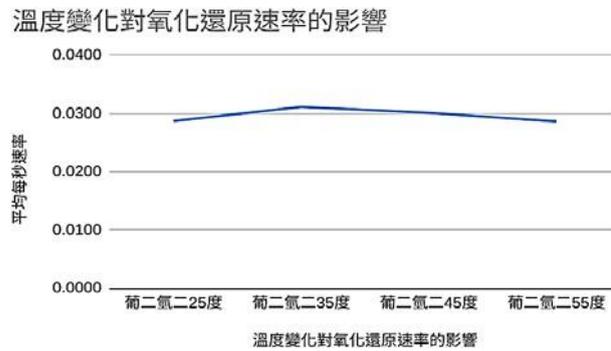


圖5：不同溫度的影響溶氧量對比圖

由此圖我們可以發現在25度及55度的環境下氧化還原速率較慢，在35度的狀況下最快

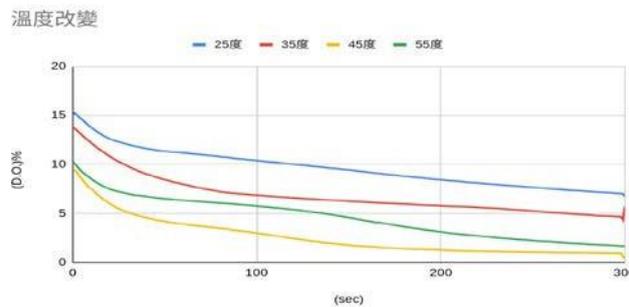


圖6：不同溫度的影響溶氧量對比圖

我們使用ChatGPT尋找公式並且轉為程式碼後輸入進去Python後，計算出來的數據如下：

25度的速率常數 k：0.002227635423476867

35度的速率常數 k：0.0032283130617809046

45度的速率常數 k：0.009356639712357345

55度的速率常數 k：0.005039861153416144

我們發現45度、55度的速率常數相對較高，這意味著它們在相同條件下衰減得更快。而25度、35度的速率常數較低，衰減速度較慢。

(三)不同鹼性物對氧化還原速率的影響

我們改變了實驗的鹼性物，發現氫氧化鉀的氧化還原速率最快

以下數據皆是在葡萄糖濃度和溫度相同的狀況下測量的

表4：溫度及葡萄糖濃度相同但鹼性物改變對藍瓶反應的影響

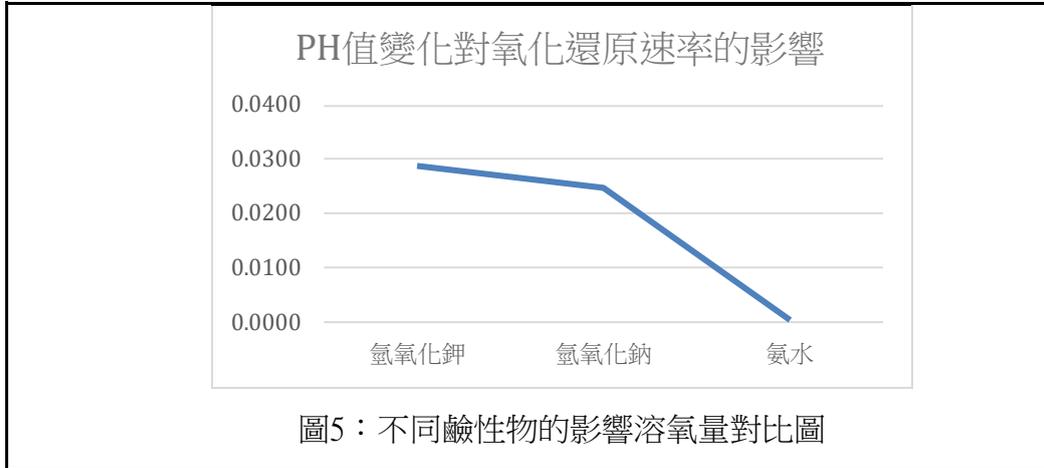
鹼性物變化對氧化
還原速率的影響

氫氧化鉀

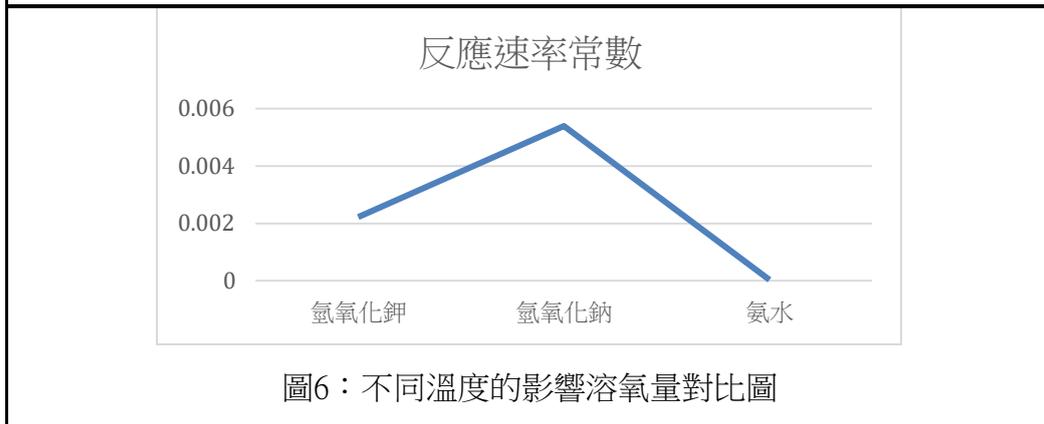
氫氧化鈉

氨水

平均每秒速率	0.0287	0.0247	0.0004
--------	--------	--------	--------



由此圖我們可以發現氨水的氧化還原速率最慢，氫氧化鉀和氫氧化鈉最快



我們使用ChatGPT尋找公式並且轉為程式碼後輸入進去Python後，計算出來的數據如下：

氫氧化鉀的速率常數 k： 0.002227635423476867

氫氧化鈉的速率常數 k： 0.0032283130617809046

氨水的速率常數 k： 0.009356639712357345

我們發現氫氧化鉀、氫氧化鈉的速率常數相對較高，這意味著它們在相同條件下衰減得更快。而氨水速率常數較低，衰減速度較慢。

五、討論

1、報告中有些名詞很奇怪，例如：葡二氫二、葡四氫二、葡二氫四等等？

這是我們在實驗中方便稱呼而想出來的命名方式，葡二氫二代表葡萄糖2%、氫氧化鉀2%，葡四氫二代表葡萄糖4%、氫氧化鉀2%，以此類推，所有類似名詞都是一樣的道理。

2、為什麼在實驗中有一些溶氧量數據，並不是濃度、溫度越高最後的速率最快，反而是濃度在中間的速率最快？

可能是因為我們在測量溶氧量數據時，有些實驗誤差，所以導致數據不太合理

3、為甚麼不同濃度的反應速率常數相差很大？

我們推測可能是因為實驗器材沒有清洗乾淨，有參雜其他物質，導致實驗結果有些誤差

4、在測量溶氧量數據時，我們發現數據會先上升後再下降，原因是什麼？

我們推測造成數據先上升在下降的原因可能是因為溶氧量的數據會受到各種因素影響，所以在實驗開始時，杯中溶液較不穩定，可能因為些微影響，所以導致溶液中溶解更多氧氣，氧量數據才會先升高後下降。

參、結論

本實驗得到的結果如下：

- 1、葡萄糖對氧化還原速率的影響之實驗中，我們發現葡萄糖濃度越高，溶氧量衰減越快，所以我們得出葡萄糖濃度越高，氧化還原速率越快的結果。
- 2、氫氧化鉀對氧化還原速率的影響之實驗中，我們發現氫氧化鉀濃度越高，溶氧量衰減越快，所以我們得出氫氧化鉀濃度越高，氧化還原速率越快的結果。
- 3、溫度對氧化還原速率的影響之實驗中，我們得出溫度越高，氧化還原速率越快的結果。
- 4、改變實驗PH值的實驗中，我們發現使用氫氧化鈉時溶氧量衰減最快，而氨水最慢，氫氧化鉀則位於兩者之間，所以我們得出PH值越高，氧化還原速率越快的結果

肆、參考資料

- 1、吳鑫俞, & 蕭次融. (n.d.). 藍瓶實驗. 台灣網路科教館. <https://www.ntsec.edu.tw/liveSupply/detail.aspx?a=6829&cat=6838&p=1&lid=8233&print=1>
- 2、4-3氧化還原反應. (n.d.). https://www.phyworld.idv.tw/BA_CHE/BOOK_1/CH4/4-3_POINT.htm
- 3、楊水平. (2021, March 30). 劃破寂靜的驚天一響 燃燒、爆炸與氧化還原反應. 科學月刊. <https://www.scimonth.com.tw/archives/5065>
- 4、透光率怎麼計算，透光率高好還是低好. (2020, August 11). 3nh霧度計. <http://www.wuduji.com/news/26.html>
- 5、阿簡. (2016, March 6). ImageJ進行吸光值、透光率、透光率與OD值計算的公式與應用. 阿簡生物筆記. https://a-chien.blogspot.com/2016/03/imagejod.html#google_vignette