

2023 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：釀酒的過程中會有一氧化碳嗎？
一、摘要
在暑假期間全家到馬祖旅行，其中參觀了酒廠，在聽導覽解說之後，非常驚訝造酒的過程有這麼多需要注意的變因，於是回到學校之後，除了自己查詢造酒的資料，也詢問老師關於造酒的知識，其中發現酵母菌使澱粉發酵而產生酒精與二氧化碳，與老師討論的過程中，同時提到一氧化碳，非常好奇在發酵釀酒的過程中，是否會產生一氧化碳氣體，這點驅使了我的好奇心，決定自己做實驗了解釀酒過程中除了產生酒精和二氧化碳之外，會不會產生一氧化碳？
二、探究題目與動機
在查過國中課本後，沒有提過一氧化碳氣體，於是在網路上查詢發現，在缺氧的環境下，厭氧菌會以氫氣或一氧化碳作為能量來源，並且將其轉化成乙醇或乙酸。國中課本提到檢驗二氧化碳可以使用澄清石灰水，那一氧化碳要怎麼檢驗？與老師討論後，老師建議可以使用電子感測器達到檢測一氧化碳濃度的目的，於是就開始了我的一氧化碳探究之旅。
三、探究目的與假設
一氧化碳為無色、無臭、無味的氣體，同時對人體有害，但是活性似乎很強，非常容易與其他物質發生化學反應，所以查詢後發現以下的方法： 1. 空氣質量檢測器：市面上有可以連接在 Arduino 的電子檢測器。 2. 離子化檢測器：利用被電離氣體的電流來檢測。 3. 色譜儀：專業的氣體分析儀器。 由以上資料可知，使用 Arduino 連接檢測一氧化碳是最合適的檢測方法。 所以在此實驗中，需要檢測兩種氣體來驗證在釀酒過程中產生一氧化碳，釀酒會產生乙醇氣體，當發酵化學反應發生時，會產生乙醇氣體，而在空氣中的一氧化碳含量極少，濃度在 0.1ppm 左右，推論結果為當產生乙醇氣體時，若是能檢測到一氧化碳濃度高於大氣中平均含量以上的一氧化碳，即可證明釀酒過程中將產生一氧化碳氣體。
四、探究方法與驗證步驟
釀酒實驗過程： 原料比例：酒麴 2.75 公克，生米 400 公克，水 1200 公克，糖 240 公克。 釀酒步驟：1.將酒麴加入罐中，加水 800 公克，兩者混合浸泡 5 天。 2.再將水 400 公克及糖 240 公克倒入混合攪拌後，將罐子密封。 3.封罐的前 3 天每天早晚各攪拌一次，讓米與酒麴與糖水能均勻混合。 4.經過 3 天後，不需要攪拌，之後持續觀察與收集檢測器傳出來的數據。 5.在一開始倒入酒麴混合物之前，就在罐子上蓋加工安裝檢測器。

Arduino 電路與程式：

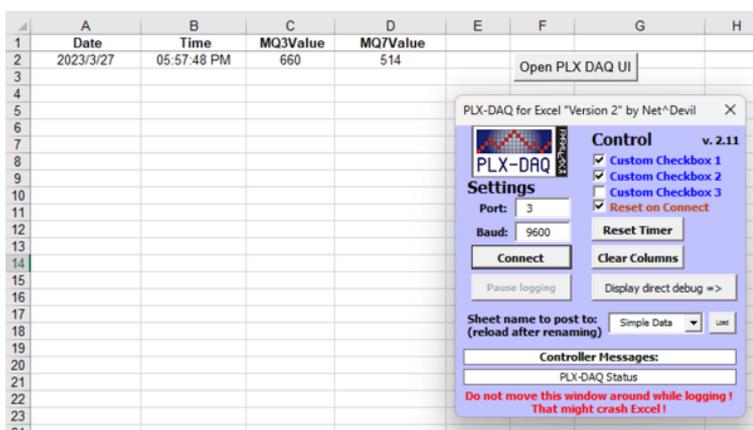
1. Arduino 設計分為兩部分：硬體電路與軟體程式
2. 硬體電路需要兩種感測器，分別是 MQ-3 乙醇感測器與 MQ-7 一氧化碳感測器
連接線除了感測器需要的電源，分別有一條訊號線連接到 Arduino 電路板上的類比訊號腳位的第 0 腳與第 1 腳上。



3.軟體程式上為了搜集資料方便，由兩項感測器上所取得的數據直接傳到 Excel 中。

```
13 int MQ3 = A1; // MQ-3模擬輸入接口
14 int MQ7 = A0; // MQ-7模擬輸入接口
15
16 void setup() {
17     Serial.begin(9600); // 設置串口通訊波特率
18     mySerial.begin(9600); // 設置軟體串口通訊波特率
19
20     // 清除 Excel 表格，設定欄位名稱
21     Serial.println("CLEARSHEET");
22     Serial.println("LABEL, Date, Time, MQ3Value, MQ7Value");
23 }
24
25 void loop() {
26     int MQ3Value = analogRead(MQ3); // 讀取MQ-3的數據
27     int MQ7Value = analogRead(MQ7); // 讀取MQ-7的數據
28
29     // 數據傳到 Excel
30     Serial.print("DATA, DATE, TIME");
31     Serial.print(",");
32     Serial.print(MQ3Value);
33     Serial.print(",");
34     Serial.println(MQ7Value);
35     delay(600000); //每10分鐘取一次數據
36
37 }
```

4.要寫入 Excel 中需要使用 Excel 外掛巨集程式 PLX-DAQ(圖一)，透過 Arduino Serial Port 將數據直接寫入 Excel 中，降低數據抄寫所產生的錯誤。



圖一

為了比對空氣中的一氧化碳濃度，先測量空氣中的一氧化碳濃度(圖二)。

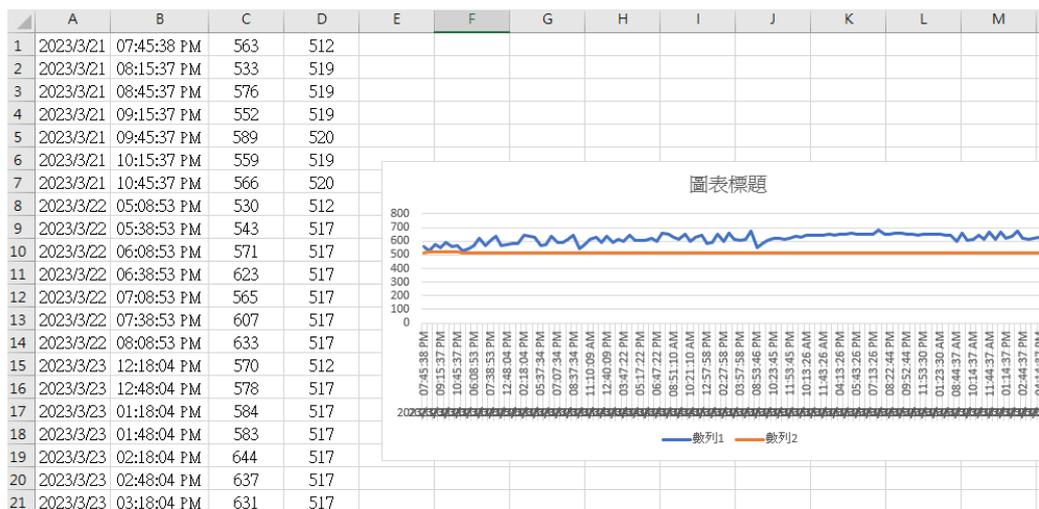
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Date	Time	MQ3Value	MQ7Value					
2	2023/3/13	08:09:02 PM	564	512					
3	2023/3/13	08:09:03 PM	544	522					
4	2023/3/13	08:09:04 PM	528	524					
5	2023/3/13	08:09:05 PM	541	526					
6	2023/3/13	08:09:06 PM	534	516					
7	2023/3/13	08:09:07 PM	539	524					
8	2023/3/13	08:09:08 PM	535	521					
9	2023/3/13	08:09:09 PM	537	520					
10	2023/3/13	08:09:10 PM	532	518					
11	2023/3/13	08:09:11 PM	529	515					
12	2023/3/13	08:09:12 PM	531	524					
13	2023/3/13	08:09:13 PM	535	528					
14	2023/3/13	08:09:14 PM	536	524					
15	2023/3/13	08:09:15 PM	535	524					
16	2023/3/13	08:09:16 PM	534	521					
17	2023/3/13	08:09:17 PM	531	518					
18	2023/3/13	08:09:18 PM	532	523					
19	2023/3/13	08:09:19 PM	531	523					
20	2023/3/13	08:09:20 PM	534	527					



5.透過 Excel 中插入直線圖功能，可以看到數據的變化，藉以分析乙醇與一氧化碳兩者濃度的變化。

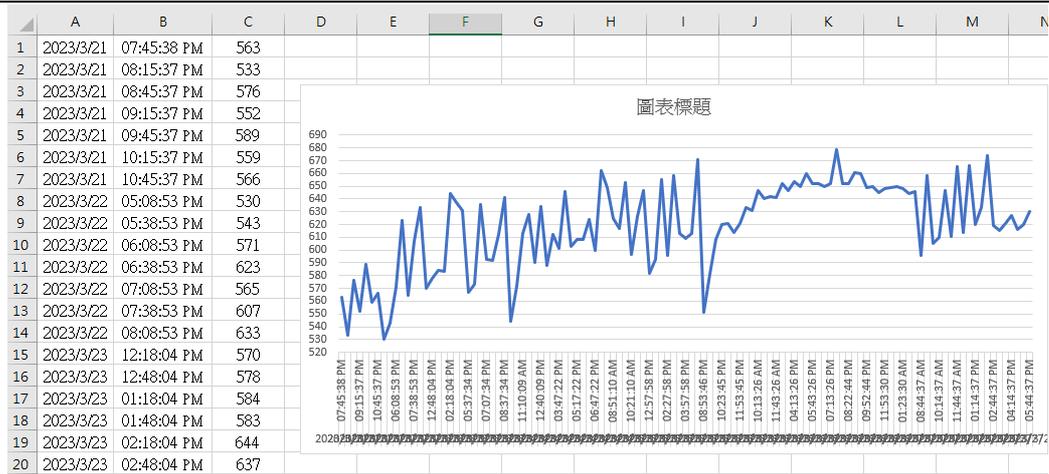
數據分析：

1.透過長時間的收集數據，並且以每日為一組基數來分析數據

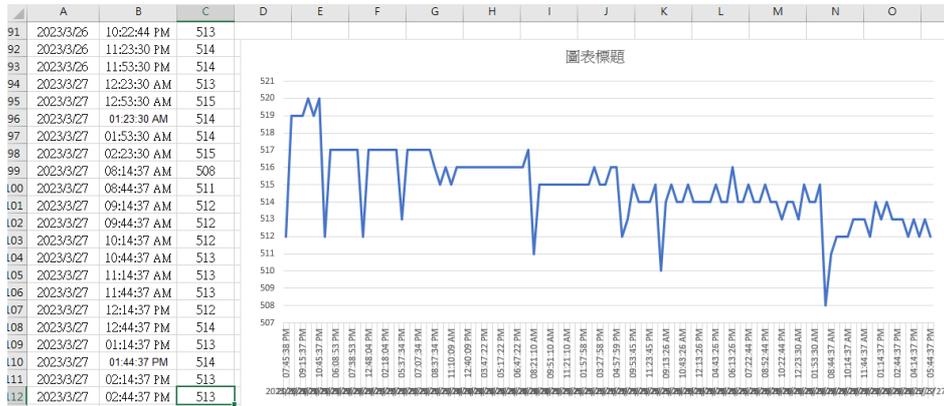


藍色線條為乙醇氣體濃度，橘色線條為一氧化碳濃度，由於兩者濃度差異較大，且一氧化碳濃度較低，在此圖中會誤以為一氧化碳濃度沒有變化，實際上以數值來看，有極小的變化，故需要另外的尺度來分析數據。

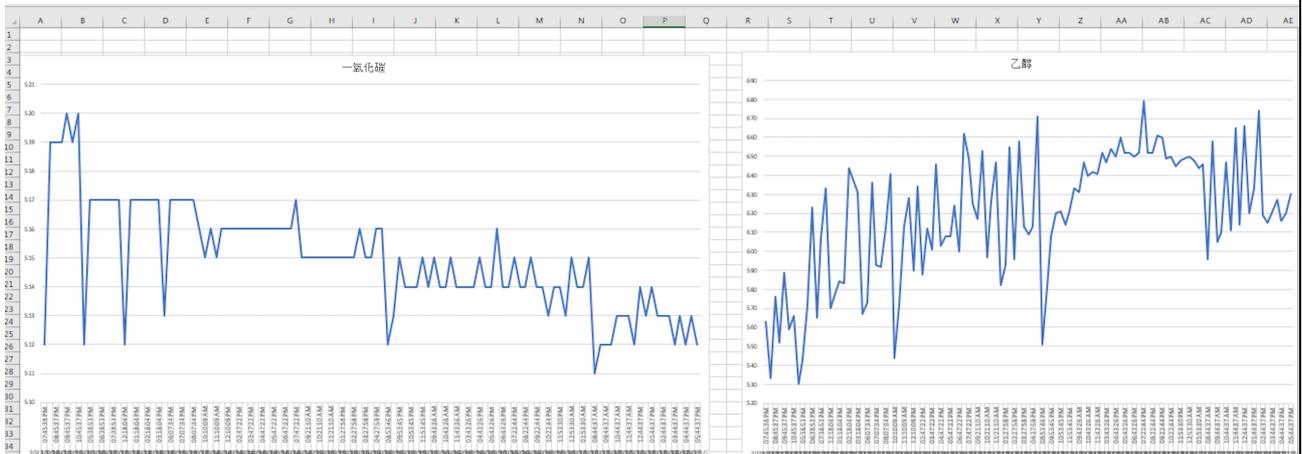
2.先獨立將酒精濃度的數據變化以圖表方式表示，由於乙醇與一氧化碳兩者濃度為同時間擷取，兩數據有相同的時間軸，故再將一氧化碳濃度數據放大之後比對，即可知道兩者之間的關係。



3.獨立將一氧化氮濃度圖表尺度放大後，可見一氧化氮的濃度有明顯的變化。



4.再將兩張圖表相互比較可明顯發現兩者的變化



圖表對照分析：

- 1.查詢一氧化氮特性發現，一氧化氮溶解度甚低，推測產生一氧化氮氣體時，會離開水面，進而可被感測器偵測到，但一氧化氮可能反應後成為二氧化碳，但無法取得二氧化碳檢測器，故無法證明是否一氧化氮反應為二氧化碳。
- 2.乙醇濃度逐漸增加，代表發酵產生的乙醇逐漸增加，發酵化學反應成功進行中。
- 3.數據產生波動的原因推測為感測器的特性造成，查詢這兩種感測器在偵測氣體前需要加熱一段時間，為了避免 PLX-DAQ 在連續收集大量數據時容易當機，

所以收集數據時間定為每 30 分鐘收集數據一次，在每次收集數據前，感測器需要加熱，加熱過程中感測器測量無法正常收集數據，故造成濃度數值下降，待加熱完畢後，感測器正常讀取濃度。

- 4.比對在同一時間軸上的乙醇與一氧化碳濃度可以發現，酒精濃度逐漸升高時，一氧化碳濃度逐漸下降，可知在釀酒過程中會產生一氧化碳，而且可以看出兩造間的消長關係。

五、結論與生活應用

由實驗得知，由理論推測的結論很接近實驗結果，釀酒時會產生一氧化碳氣體，在一開始時，一氧化碳濃度較高，在發酵過程中，乙醇濃度逐漸升高，一氧化碳濃度逐漸下降，單純以兩者比較來推論為消長關係，但無法取得二氧化碳感測器，故無法更進一步證明一氧化碳真的有反應為二氧化碳。

查詢過不少釀酒的資料與書籍，皆無討論一氧化碳對釀酒有哪些影響，推論可能在化學反應過程中，由於一氧化碳濃度過低，對產生乙醇的影響不大，若是未來有可能的話，考慮往兩種方式進行近一步的實驗：

- 1.新增加二氧化碳感測器，多做幾組相同材料釀酒，以比對數據。
- 2.更換不同的釀酒材料，同時增設乙醇、一氧化碳、二氧化碳三種檢測器來分析。
- 3.在釀酒過程中，額外將一氧化碳打入液體中，觀察並檢測對釀酒有沒有影響。

釀酒的化學反應非常的複雜，影響成品的變因及多，在資料查詢過程中也發現，不是每次釀酒出來的成品都會相同，代表可能有某些細微的變因還沒有完全發現到，希望可以透過對一氧化碳與釀酒間的關係，發現釀酒化學反應中有特別不同的影響。

參考資料

- 1.廢氣也能變燃料！？

https://foundation.nmns.edu.tw/writing/hotnews2_detail.php?gid=4&id=328

- 2.維基百科：一氧化碳

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E4%B8%80%E6%B0%A7%E5%8C%96%E7%A2%B3>

- 3.博客來網路書店：釀酒：米酒、紅麴酒、小米酒、高粱酒、水果酒、蔬菜酒，釀造酒基礎篇

- 4.博客來網路書店：大人的釀酒學：發酵、蒸餾與浸泡酒的科普藝術