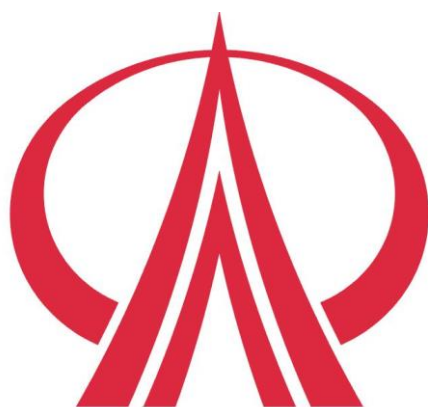


能源與材料科技系 實務專題論文

米勒實驗合成有機分子之實驗裝置



指導老師：歐崇仁 博士

班級	學號	姓名
能材三甲	BB105011	邱巧嫻

修 平 科 技 大 學

中 華 民 國 108 年 5 月 28 日

致 謝

首先要先感謝歐崇仁博士，感謝他帶領我們整個團隊做出專題，並且指導我們很多技術、知識方面的問題。我特別感謝的是，在做這專題之前我不會程式碼也對化學都只有基本的了解，但因為老師慢慢地指導讓我對於之前所不會的東西都有更進一步的了解。剛開始接觸專題時真的很痛苦很想放棄，因為對專題根本不了解更不懂老師的要求，但經由老師一點一點的指導，我慢慢的了解專题目的及更多相關化學知識，最後才能做出結果。特別感謝老師幫助我們能把專題完成，在做專題過程中有一度非常很想放棄，但每每想放棄時總會想起老師說你都做到這個部分了，如果現在放棄是不是很可惜，因為老師的這段話才沒讓我放棄，能堅持去完成。最後謝謝老師在這一年多當中為我們付出的心血，感謝老師。

摘要

1953 年米勒-尤里在實驗室進行一個模擬初期地球環境實驗，研究目的是為了測試化學演化的情況。認為初期地球環境讓無機物合成為有機化合物的反應是一個比較容易發生的狀況。

米勒-尤里實驗是一個有關於生命根源的經典實驗，此實驗是由米勒與尤里主導完成，其結果以在可能的初期地球環境利用胺基酸生成作為題目來發表。

目 錄

致 謝.....	1
摘 要.....	2
目 錄.....	3
圖 目 錄.....	4
表 目 錄.....	5
1.前言.....	5
2.研究動機與目的.....	7
3.研究方法.....	8
3.1 實驗步驟.....	8
3.2 使用藥品以及材料.....	8
3.3 甲烷製作.....	9
3.4 氮氣製作.....	12
3.5 循環系統.....	13
3.6 光照系統.....	16
3.7 Arduino 感測模組.....	18
4.實驗步驟.....	20
5.結果與討論.....	22
6.結論.....	25
參考文獻.....	26

圖目錄

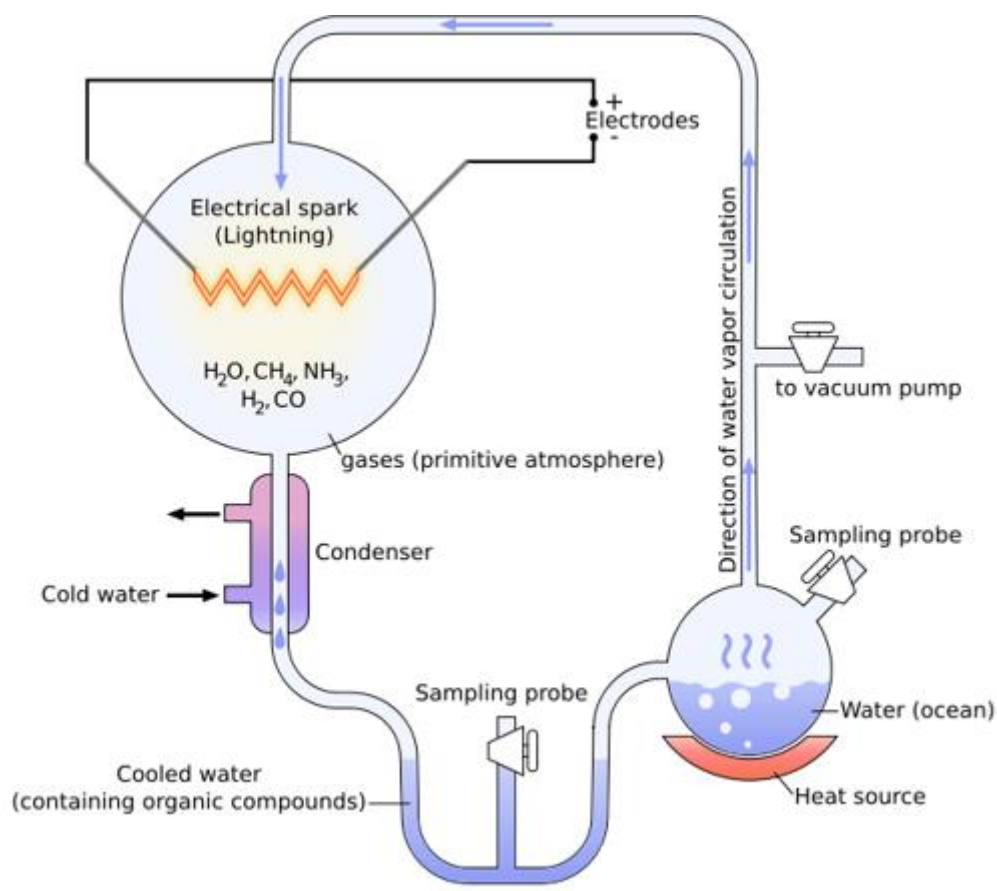
圖一：經典米勒實驗[1].....	6
圖二：(A)甲烷製作模擬圖、(B)甲烷製作實際圖.....	11
圖三：氮的製備.....	12
圖四：改善後的氮氣製取裝置.....	12
圖五：循環系統.....	14
圖六：光照系統.....	16
圖七：焦點的照度會比其他距離的照度高.....	17
圖八：(A)使用 123D CIRCUITS 模擬接線、(B)氣體感測模組.....	18
圖九：感測器量測數據.....	19
圖十：氣體感測模組程式碼.....	20
圖十一：(A)為製作甲烷、(B)為製作氮氣.....	21
圖十二：(A)氣體打入循環系統、(B)實驗步驟.....	21
圖十三：GC 量測(A)循環系統、(B)氣體比例不同.....	23

表 目 錄

表一：藥品名稱、廠商、使用克數	8
表二：材料與儀器規格	9
表三：循環系統	13
表四：濃度計算	14
表五：實驗參數	24

1. 前言

著名米勒實驗[1]，實驗是模擬初期地球環境，將水蒸氣、氫氣、甲烷和氫氣的混合氣體充入密閉真空的燒瓶後，進行一個禮拜的火花放電循環。等待液體冷卻後，米勒發現液體底部出現了胺基酸。此實驗可證明早期地球大氣中，無機物生成是可能成為生物分子的來源。



圖一：經典米勒實驗[1]

2. 研究動機與目的

1953 年米勒與尤里實驗 (Miller-Urey experiment) 是一個十分重要的實驗，此實驗是一個模擬初期地球環境實驗。在大學時聽到老師提起生命起源實驗而感到有興趣。所以當老師提到嘗試在實驗室裡模擬原始地球環境實驗如何合成有機物時，就想到也能嘗試著做這實驗或許會發現不一樣的有機物甚至是其他物質。利用電將無機物合成為有機物，這個問題值得我們深入探討研究。

本實驗利用自製氣體來模擬實驗，自製氣體的濃度並沒有原始大氣中的氣體來的高，然而在這樣的條件下，此實驗能比較高純度與較低純度之間的差異。模擬不同條件的環境分析探討。

3. 研究方法

3.1 實驗步驟

首先將所需藥品準備好，分別做出甲烷和氮氣，氣體製作完成後利用廣口瓶收集，放置一旁。開始準備製作循環裝置，我們利用鎢電極模擬閃電及投影機光照模擬閃電，加入電加熱器進行加熱使得循環裝置裡有水蒸氣以利循環。裝置完成後分別將氣體打入循環系統中，經過一段間循環後進行採樣，最後將所有數據彙整。

3.2 使用藥品及材料


下表為此實驗所使用之藥品、廠商以及克數。





表一：藥品名稱、廠商、使用克數

藥品名稱	廠商	克數(g)
無水醋酸鈉	島田化學	5.0
氫氧化鈉	島田化學	3.0
亞硝酸鈉	島田化學	7.0
氯化銨	景明化工	5.5

下表為此實驗所使用之材料與儀器規格。

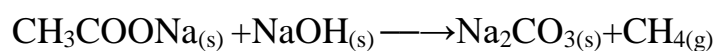
表二：材料與儀器規格

材料名稱	規格	圖片
真空針筒	廠牌：Japan Top® 容量：10mL	
MQ-9	偵測範圍： 100~10,000ppm 輸入電壓：DC5V、 150mA 模擬量輸出：0~5V 電壓，濃度越高電壓 越高。	
溫度計	廠牌：TENMARS 電池：DC-1.5V Type K: -200 to 1372 °C	

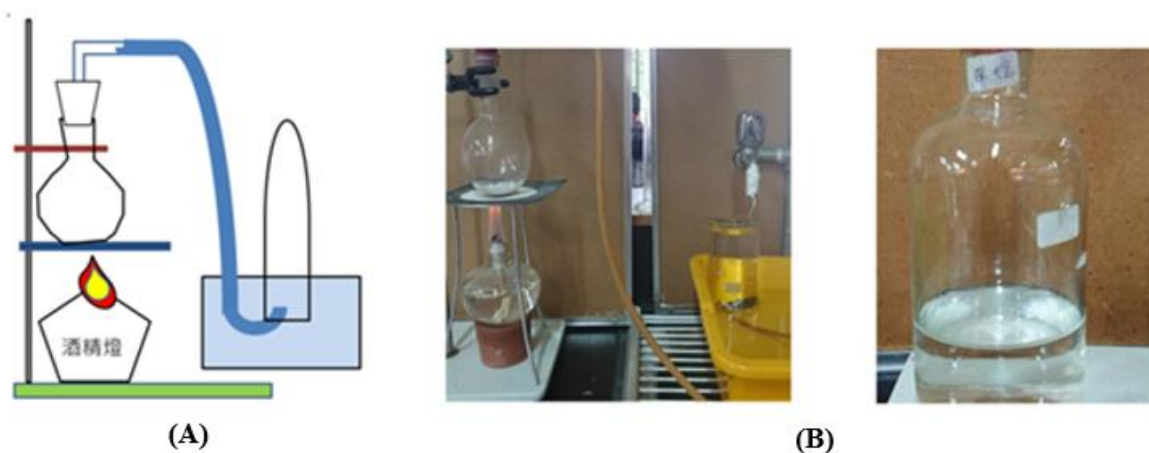
<p>Arduino UNO R3 開發版</p>	<p>工作電壓：5V 輸入電壓：7V~12V 輸出電壓：5V</p>	
<p>SD 卡模組</p>	<p>工作電壓：支援外 接供電模式 3.3V 和 5V 直流電流：80mA 雙排介面：可使用 SPI 模式、SD 模式</p>	
<p>照度計</p>	<p>型號：MK350S premium 焦距：1(mm) 適用範圍：可見光 光源：可見光源 波長範圍： 380~780(nm) 重量：270(g)</p>	
<p>投影機</p>	<p>廠牌：EPSON 電源： AC100V-120V AC200V-240V 亮度：4000 流明 投影畫面尺寸： 30~300 吋</p>	

3.3 甲烷製作

首先將無水醋酸鈉和氫氧化鈉混和，使兩化合物混合均勻。將此混合物倒入一乾燥瓶內。將廣口瓶裝滿水，倒置於水槽中。連結鐵架、鐵夾、硬試管、橡皮塞、玻璃導管、橡皮管與廣口瓶裝置應注意避免漏氣，橡皮塞要塞緊以免爆開。在此實驗中則是選擇利用無水醋酸鈉和氫氧化鈉混合產甲烷[2、3]。



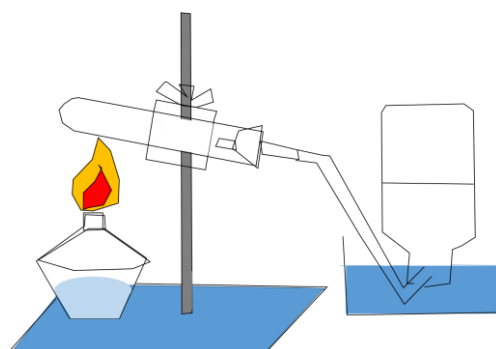
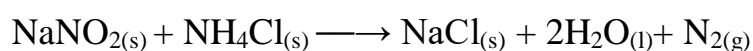
利用排水法收集因為甲烷難溶於水，不能用向下排空氣法收集則是因為甲烷的密度比空氣小(圖二)。



圖二：(A)甲烷製作模擬圖、(B)甲烷製作實際圖

3.4 氮氣製作

分別秤取亞硝酸鈉和氯化銨，使兩化合物混合均勻。將此混合物倒入一乾燥瓶內。將廣口瓶裝滿水，倒置於水槽中。連結鐵架、鐵夾、硬試管、橡皮塞、玻璃導管、橡皮管與廣口瓶(圖三)。裝置應注意避免漏氣，橡皮塞要塞緊以免爆開，防止試管生成之水滴回流至試管底部，使試管因溫度急速變化而破裂以酒精燈在置有混合粉末的一端來回移動，均勻加熱。最初約三分之一瓶的氣體為空氣，捨棄不收集。因為試管加熱火源的部分需要一直來回移動若無移動會造成試管爆裂、製作不易，所以將製作氮氣的裝置進行改善(圖四)。



圖三：氮的製備



圖四：改善後的氮氣製取裝置

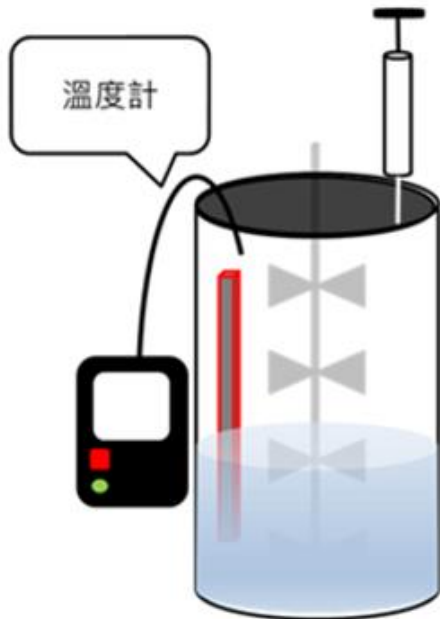
3.5 循環系統

利用此循環系統模擬米勒實驗的整體循環，此裝置優點在於可直接做循環，也方便加熱以及打入氣體。在確定(圖五)為最佳循環系統前本團隊嘗試了(表二)的第一版以及第二版的循環系統。第一版的系統缺點在於熱水無法循環導入系統中而且還需要多增加導入系統將熱水導入系統中，第二版則是無法加熱且氣體無法用馬達抽入，若直接抽氣會讓馬達損壞。循環裝置方面的目的在於簡化實驗過程。循環系統加上鎢電極或是投影機光照來模擬閃電、利用針筒打入氣體。

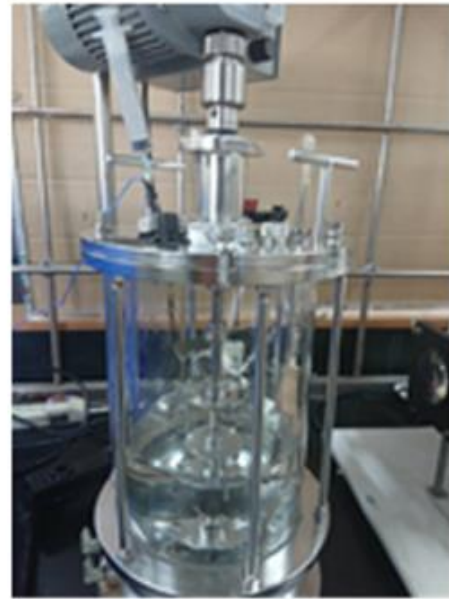
假設我們生成出虛構的化合物為 CH_7N_3 ，分子量為 61。套入(表三)公式來估算濃度為多少，以利分析氣體打入的量與水的比例。在反應過程中甲烷會先消耗完畢的狀況下，莫耳數為 0.000702mole，我們算出來的所算出數值為 0.0128ppb。此裝置如圖五為較佳循環裝置。

表三：循環系統

版本	第一版	第二版	第三版
實體圖			
可否使用	否	否	可
理由	熱水無法循環	無法加熱	利用針筒打入氣體
時間	2018.11.19	2018.11.21	2018.11.26



(A)循環系統模擬圖



(B)循環系統實際圖

圖五：循環系統

表四：濃度計算

氣體	分子量	氣體體積(mL)	莫耳數(mole)	克數(g)
CH ₄	16	V ₁	n ₁	g ₁
N ₂	28	V ₂	n ₂	g ₂
NH ₃	17	V ₃	n ₃	g ₃
H ₂	2	V ₄	n ₄	g ₄

以 CH₄ 為例， $PV=nRT$ 計算克數以及莫耳數。

$$1 \times V_1 = n \times 0.082 \times (273 + \text{°C})$$

$$n = n_1 \text{ mole}$$

$$n_1 \times 16 = g_1 \quad (1)$$

假設生成虛構的化合物 CH_7N_3 ，它的分子量為 61，假設 CH_4 會先消耗完畢，以 CH_4 計算 CH_7N_3 的莫耳數，每一種氣體消耗量不會完全一樣，其中一定會有氣體先消耗完之後就會停止生成，所以假設先消耗完畢的氣體後繼續進行計算。計算出的莫耳數 A mole 再套入公式算出 ppm 以及 ppb。

$$A (\text{mole}/V_w \text{ mL}) = B (\text{mole}/\text{mL})$$

$$B (\text{mole}/\text{mL}) / 1000 = C (\text{mole}/\text{L})$$

$$C (\text{mole}/\text{L}) \times 63 = X (\text{g}/\text{L})$$

$$X (\text{g}/\text{L}) \times 1000 = Y (\text{mg}/\text{L}) = Y (\text{ppm})$$

$$Y (\text{ppm}) \times 100 = Z (\text{ppb}) \quad (2)$$

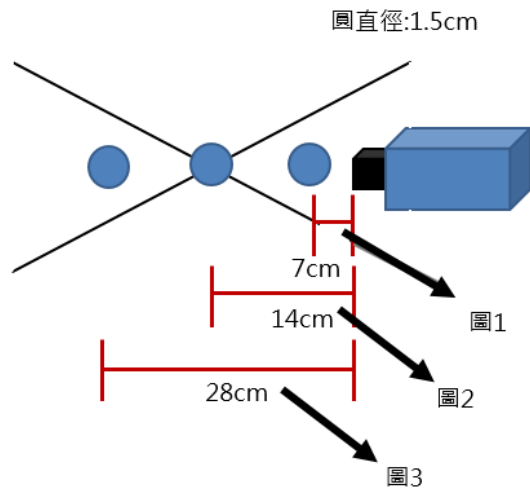
3.6 光照系統

本專題主要以藍光模擬。照射時會將光源聚焦在水面上方，焦點的照度會比其他距離的照度高(圖七)，因此本團隊認為是否是因為投影機照度不夠打斷氣體能階，所以在量測時並沒有其他物質產生。為了測驗本報告系統的準確度及穩定度，在這段時間的實驗中我們使用投影機光照射來取代電極，但並沒有發現因為光照系統而有產生其他質。測試體實體為(圖六)。



圖六：光照系統

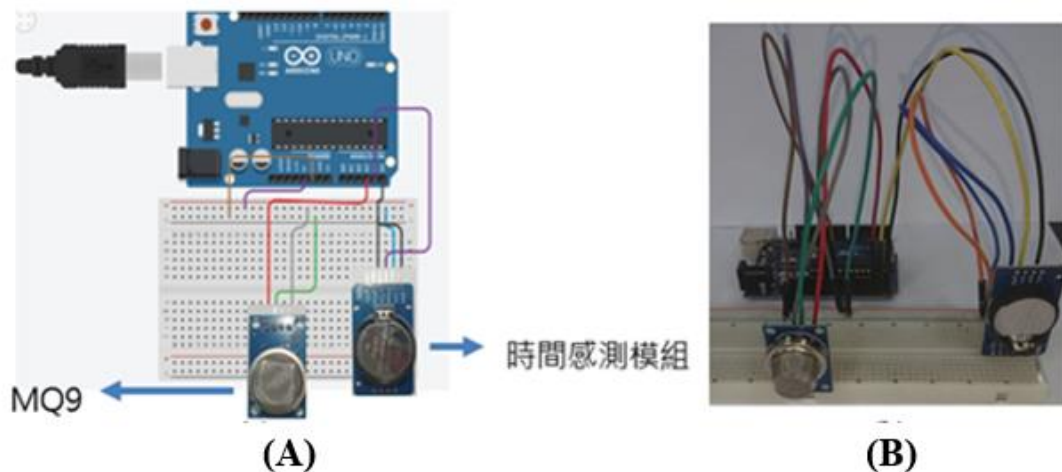
圖片	
圖1	
圖2	
圖3	



圖七：焦點的照度會比其他距離的照度高

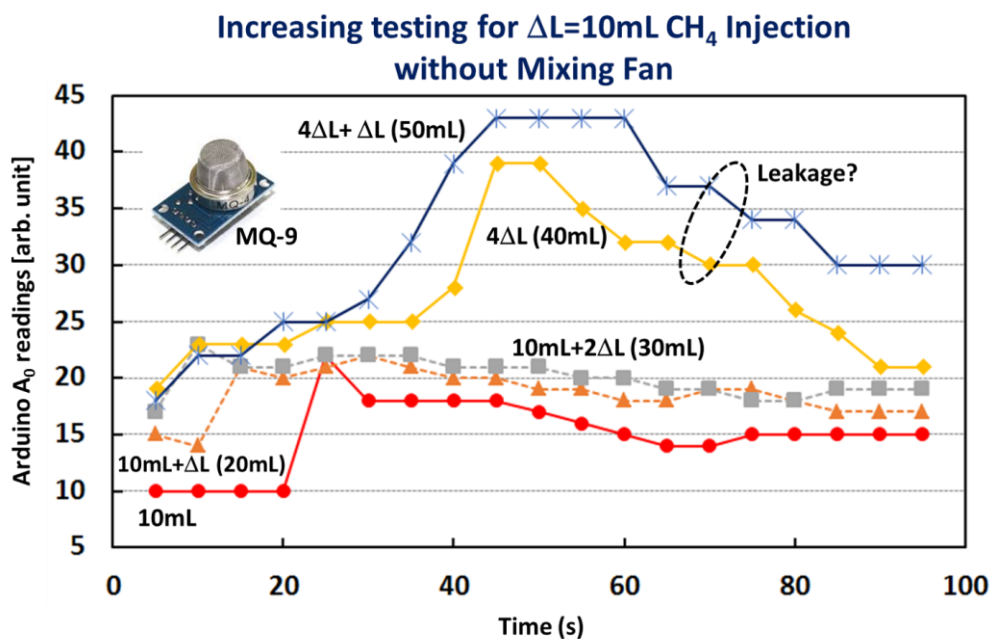
3.7 Arduino 感測模組

系統需要簡單、方便操作與低成本的需求，所以我們使用 Arduino 氣體感測模組進行感測。這樣於替換器材上可降低成本。但在實驗時無法直接分辨是哪種氣體而產生數據，所以在使用前必須先了解各個感測器對於不同氣體感測的靈敏度來辨識。而感測模組裝置部分需與循環系統做連接，這感測模組並非替換耗材因此不需長期更換[4]。整個完成品(圖八)，因前提到循環裝置，我們利用(圖六)循環系統來進行另一種的自然循環及光照射循環。藉由成本低的 Arduino 感測模組替代高價格的精密感測儀器，藉由其相近的特性，有利於模擬實驗。



圖八：(A)使用 123d circuits 模擬接線、(B)氣體感測模組

(圖九)為氣體感測器校正圖，此數據是利用擴散方式來量測數值，前四次都是分別注入 10mL 的甲烷，總共注入四次，第五次和第六次則是一次性的注入 40mL 的甲烷，然而每次注入完畢後會打開箱體散去氣體再繼續操作。其中第 5 次與第 6 次的數值有相同處，本團隊認為可能是因為氣體沒有散乾淨以極些微漏洞所導致，而造成有相同之處，但後續的數值都較穩定，經由此操作可得知，經過一段時間的擴散後，所使用的感測器是否具備準確性、穩定性。



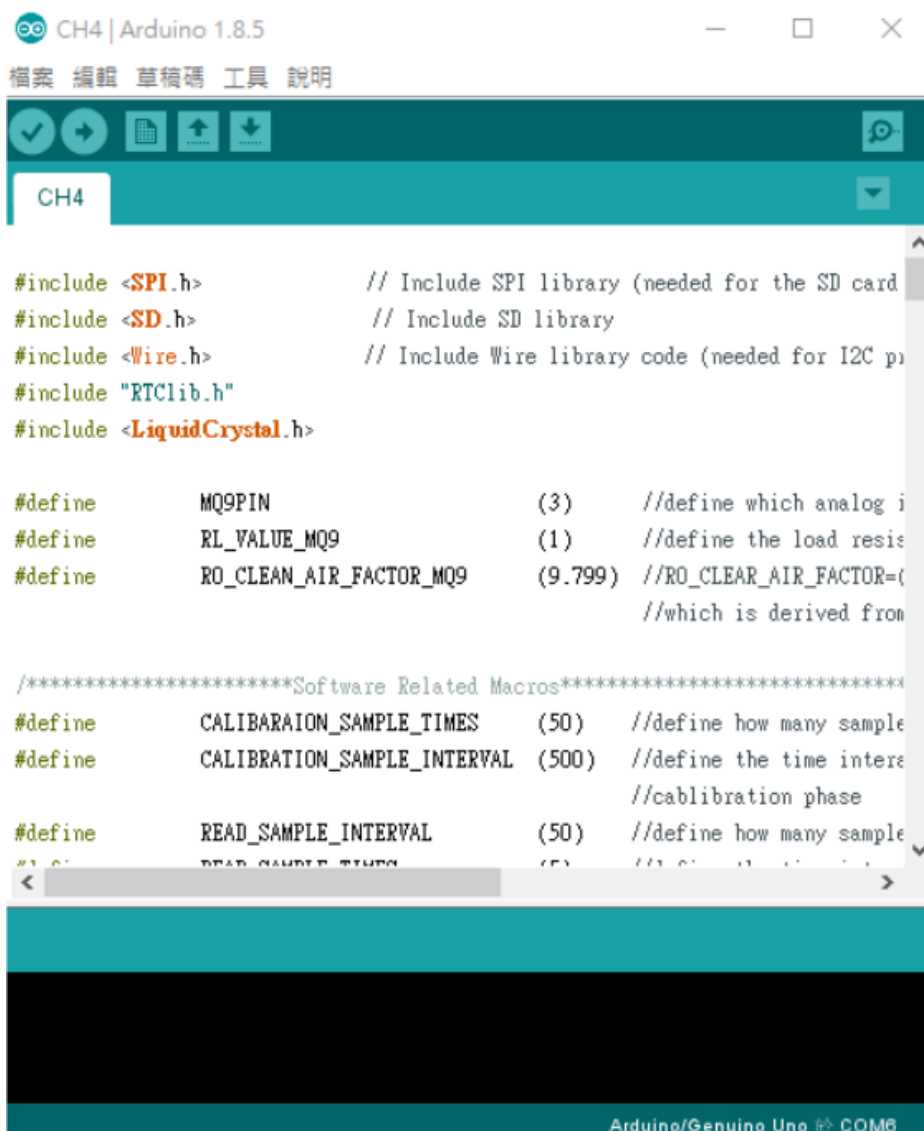
圖九：感測器量測數據

在消耗材料方面，本專題使用普遍的化學器材這些器材幾乎都是實驗室裡找的到的，利用這些普遍的化學器材能夠提升裝置的便利性並提升普及化，達到降低實驗的支出費用。

4. 實驗步驟

實體實驗步驟說明如下。本文方法有三個程序，分別為感測器感測及校正、氣體製作和氣體打入系統利用感測器進行感測，作為瞭解及證明本專題在實際應用上是可行的。

步驟一：將感測器進行連接及校正(圖十)。

The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. The window title is "CH4 | Arduino 1.8.5". The menu bar includes "檔案", "編輯", "草稿碼", "工具", and "說明". The toolbar contains icons for check, back, save, upload, and download. The main editor area shows the following code:

```
#include <SPI.h>           // Include SPI library (needed for the SD card
#include <SD.h>            // Include SD library
#include <Wire.h>          // Include Wire library code (needed for I2C pu
#include "RTClib.h"
#include <LiquidCrystal.h>

#define MQ9PIN             (3)    //define which analog i
#define RL_VALUE_MQ9      (1)    //define the load resis
#define RO_CLEAN_AIR_FACTOR_MQ9 (9.799) //RO_CLEAR_AIR_FACTOR=(
                                     //which is derived from

/*****Software Related Macros*****/
#define CALIBARAION_SAMPLE_TIMES (50) //define how many sample
#define CALIBRATION_SAMPLE_INTERVAL (500) //define the time intere
                                     //cablibration phase
#define READ_SAMPLE_INTERVAL (50) //define how many sample
#define READ_SAMPLE_TIMES (5) //define how many times to read
```

The status bar at the bottom indicates "Arduino/Genuino Uno 於 COM8".

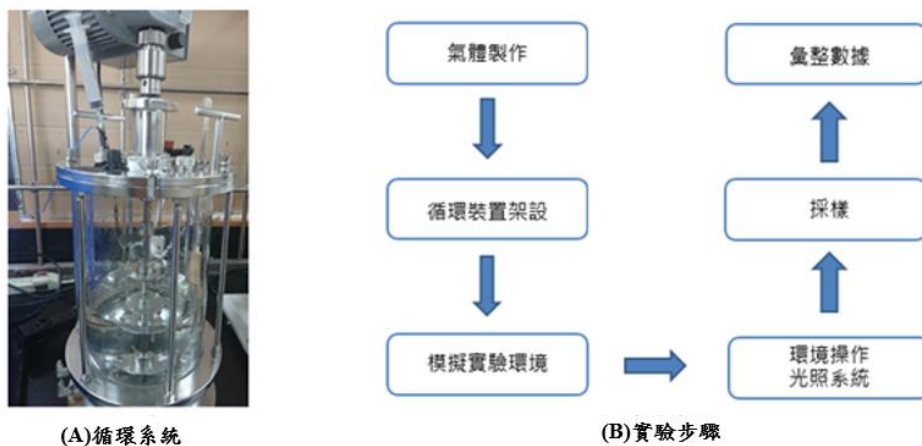
圖十：氣體感測模組程式碼

步驟二：連接校正完成後，進行氣體製作(圖十一)



圖十一：(A)為製作甲烷、(B)為製作氮氣

步驟三：將製作好的氣體打入循環系統中進行循環(圖十二(A))。

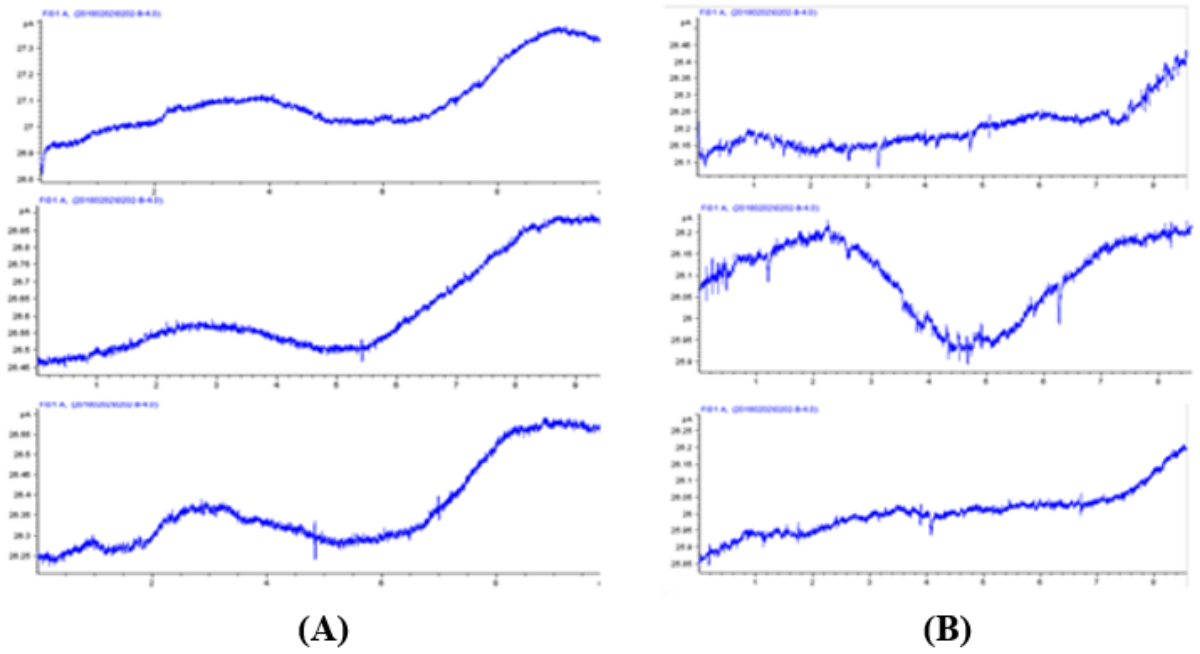


圖十二：(A)氣體打入循環系統、(B)實驗步驟

重複以上步驟可以證實用性以及可行性。圖十二(B)為整理實驗步驟的說明。本專題中多次試驗找出問題點並改良改正。

5. 結果與討論

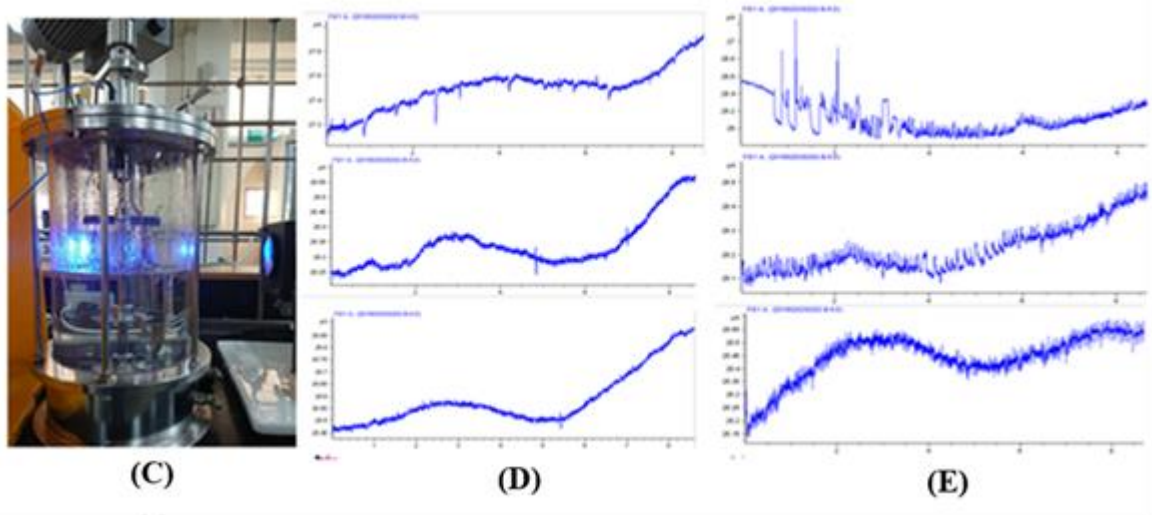
1. 在本實驗初期過程中，常有感測器連接處沒準確連接而導致數據傳遞不連續以及氣體無法均勻分布的問題產生。解決方案將感測器固定於管口並且密封，氣體分布不均於狀況則是加上循環馬達，以改善感測不連續及氣體分布不均勻的問題。
2. 氣體製作過程常遇氣體產出量過少問題經反覆實驗，將藥品比例做混和均勻及調整，調整後有出現產量增加的現象，在建立正確且標準的步驟與規範下，就能避免上述問題的發生。
3. 在打樣品量時沒有準確了解樣品量最多能夠打入多少進行量測，所以在量測時都是擷取 10 分鐘(圖十三)。
4. 實驗中變數太多，則無法確定是因為哪一個變數而產生改變又或是因為哪一個變數而產生其他物質(圖十二)，所以在測量中每變更一項變數時都應該做多次的測量，不應只有用單一一次去認定這個變數會造成其他改變。
5. 在光照波長穩定下，且(圖十三(C))在系統穩定運作，輸出光源可控制在 400~500nm 範圍內，可達到精準的操作。
6. 製作氣體時雖然不能完全保證在甲烷、氮氣裡面沒有空氣存在，但少量的空氣在我們所測量的過程中並沒有產生什麼其他物質也沒有影響測量。
7. 目前在光照天數不同為何會造成曲線不同這還需多次測量以確定會因光照天數不同而造成不同曲線(圖十四(D) (E))。
8. (表五)為本實驗所產生出的數據。由於團隊經驗不足，所以量測的次數不多，造成無法很完整的評估數值的準確性，經過每位委員的提醒後發現使用的是甲醇以及乙醇的升溫取線，所以呈現出的是雜訊曲線並非是正確的曲線圖。



圖十三：GC 量測(A)循環系統、(B)氣體比例不同

表五：實驗參數

實驗	1	2	3	4	5	6	7	8
日期	2018.12.18	2018.12.20	2018.12.25	2018.12.26	2019.1.2	2018.11.19	2018.11.21	2018.11.26
裝置編號	樣品1	樣品2	樣品3	樣品4	樣品5	版本1	版本2	版本3
運作時間	24hr	24hr	24hr	48hr	24hr	36hr	36hr	36hr
電極	無	無	無	無	無	無	無	無
光照波長(nm)	0	451	451	446	446	451	446	451
氣體體積(mL)	CH ₄	300	300	300	300	200	300	300
	NH ₃	200	200	200	200	100	200	200
	H ₂	100	100	100	100	100	100	100
	N ₂	300	300	300	300	200	300	300
	空氣	1,500	1,800	1,800	1,800	2,400	1,800	1,800
水(mL)	3,500	3,500	3,500	3,500	3,000	3,500	3,500	3,500
溫度(攝氏)	0	65	65	65	65	65	65	65
其他說明	無	使用投影機光照射	使用投影機光照射	使用投影機光照射	氣體比例不同	使用投影機光照射	使用投影機光照射	使用投影機光照射



圖十四：(C)穩定光照系統、(D)光照一天循環、(E)光照兩天循環

6. 結論

本研究主要是將氣體感測模組及米勒實驗循環裝置的實驗模組整合並建立標準的操作步驟後，驗證其穩定度及準確度有優異的表現。在作過程中，計算濃度估算出假設的新化合物產生最大值，計算出來後發現濃度過低，使量測數值有所困難，因為濃度過低使 GC 無法量測而無法產生曲線。經此實驗，可以知道濃度的估算以及光照射的波長都有可能是影響整體實驗的要素。

研究此專題的動機最開始只是為了正確的探討知識以及確認在這簡單的系統中是不是真的會有米勒探討出來的那些物質又或者其實有其他物質只是還未被發現。

參考文獻

1. Miller S.L, Production of Amino Acids under Possible Primitive Earth Conditions. Science.117:528.
doi:10.1126/Science.117.3046.528 (1953).
<http://science.sciencemag.org/content/117/3046/528>(2019/4/20)
2. K. Randy, Atmospheric Methane, NASA Earth Observatory, 2005.
<https://earthobservatory.nasa.gov/images/5270/atmospheric-methane>
(2019/4/20)
3. Sushi K Atreay, The Mystery of Methane on Mars and Titan, Scientific American, May, 2007.
<https://www.scientificamerican.com/article/methane-on-mars-titan/>
(2019/4/20)
4. 吳育璇，Arduino 建構危害性氣體監測記錄平台，嘉南藥理大學環境工程與科學系碩士論文，中華民國 104 年。(2019/4/20)