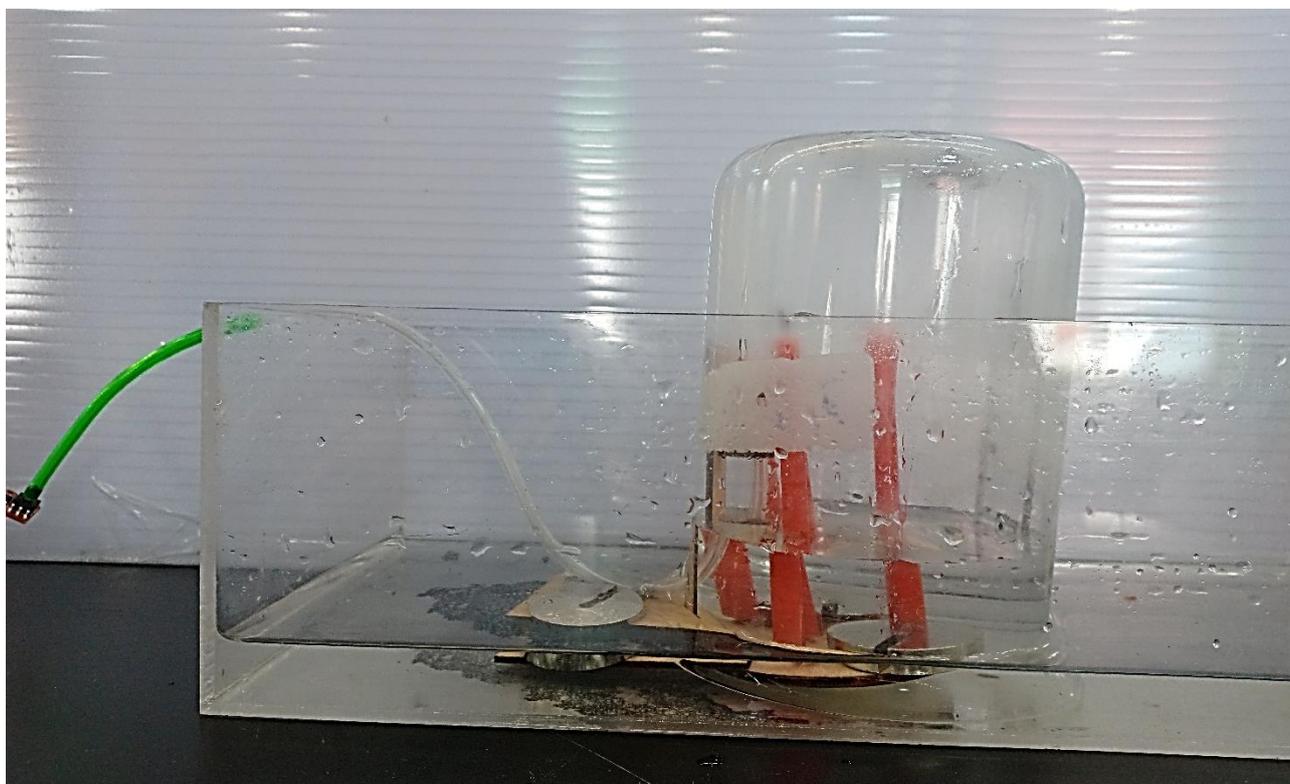


# 花蓮縣第 64 屆國民中小學科學展覽會

## 作品說明書



科別：物理組

組別：國中 B 組

作品名稱：蠟燭熄滅後水位上升之探究

關鍵詞：蠟燭、壓力變化、不同水溶液

編號：

# 目錄

● 摘要.....	2
● 研究動機.....	2
● 研究目的.....	2
● 研究設備及器材.....	3
● 研究方法及過程.....	4
● 伍、實驗結果.....	6
● 討論.....	14
● 結論.....	15
● 參考資料.....	16

## 摘要

本研究以蠟燭燃燒，導致杯內水位上升為研究核心，探究是否存在影響燒杯內水位上升的變因，以及影響的大小。因此設計實驗，分別研究不同溶液對水位上升高度的影響，以及燒杯內壓力的變化。

實驗結果發現，當使用不同溫度的蒸餾水時，當溫度越高，水位上升越高。使用不同濃度鹽水時，當濃度越高，水位上升越高。使用不同濃度的甘油和洗潔精時，則是當濃度越高，水位上升越少。燒杯內的壓力值，當還沒燃燒蠟燭時，壓力沒有變化，則當開始燃燒蠟燭直到熄滅之後，這段時間燒杯內的壓力值會逐漸降低，唯有 100%甘油的壓力值有起伏不定的狀況。

## 壹、研究動機

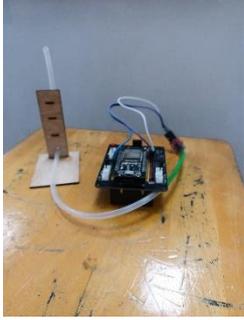
在國中課堂上進行的悶熄蠟燭實驗中，我們觀察到了燒杯內水位上升的現象。這引發了我們的好奇心，我們開始思考是否水位上升的量是固定的，或者是否有任何因素可能影響著這個現象。因此，我們希望透過進一步的研究，探索可能影響水位上升的因素，以深入了解這個現象的原理和潛在影響。

## 貳、研究目的

- 一、設計不同的操作變因找出會影響水位上升的原因
- 二、探討不同變因對水位上升的高低影響
- 三、探討使用不同溶液時蠟燭熄滅後燒杯內壓力的變化

## 參、研究設備及器材

一、實驗器材：螺絲起子、木板、燒杯、尺、量筒、蠟燭、燭台、螺絲、火柴、砝碼、水缸、漏斗、超音波發震器、低溫恆溫箱、加熱攪拌器、壓力測量器

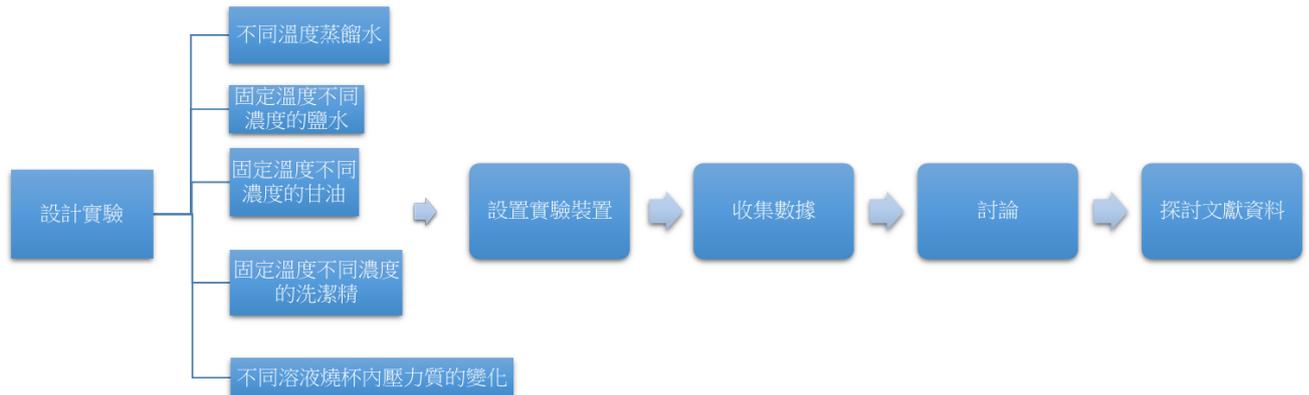
			
水缸	蠟燭、燭台	燒杯、尺	量筒
			
壓力測量器	加熱攪拌器	超音波發震器	低溫恆溫箱

二、實驗藥物：鹽、甘油、洗潔精

		
鹽	甘油	洗潔精

## 肆、研究過程及方法

### 一、實驗架構：



#### (一) 研究原理：

因內外溫差大，此時熱能散失速度最大，溫度、壓力隨即下降，氣體收縮後，水位上升

#### (二) 我們依據實驗目的設計了以下幾個實驗：

1. 實驗一：研究不同溫度的蒸餾水水位上升情形
2. 實驗二：研究固定溫度不同濃度鹽水水位上升情形
3. 實驗三：探討使用不同溶液時蠟燭熄滅後燒杯內壓力的變化

### 二、研究方法：實驗一~三皆利用以下的方法進行實驗

- (一) 用雷射雕刻機切出半徑 **3.5cm** 的圓形木板，再鎖上螺絲，螺絲插上蠟燭（如圖 1）。
- (二) 壓克力缸裝入水溶液總共 **1000ml** (各種變因的水溶液不相同)（如圖 2）。
- (三) 放入蠟燭及測量儀器（如圖 3）。
- (四) 測蠟燭未燃燒前的壓力值（如圖 4）。
- (五) 點燃蠟燭，蓋上燒杯（如圖 5）。
- (六) 紀錄水位上升高度及壓力值變化（如圖 6）。



圖 1 設置蠟燭裝置



圖 2 將水溶液放入水缸



圖 3 放入蠟燭及壓力測量器

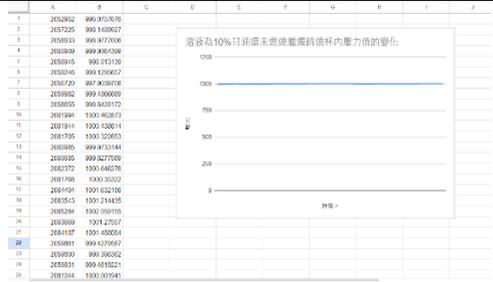


圖 4 測量蠟燭為燃燒前燒杯內壓力值

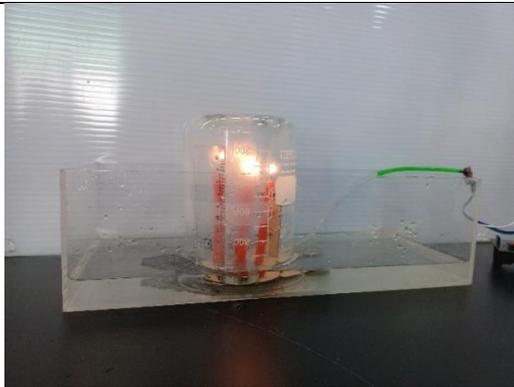


圖 5 點燃蠟燭後，蓋上燒杯，待蠟燭熄滅

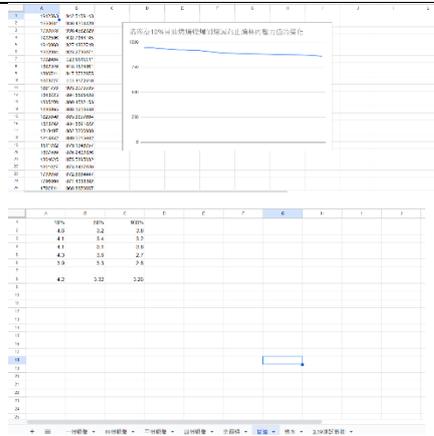


圖 6 紀錄結果

## 伍、實驗結果

### 一、實驗一：研究不同溫度的蒸餾水水位上升情形

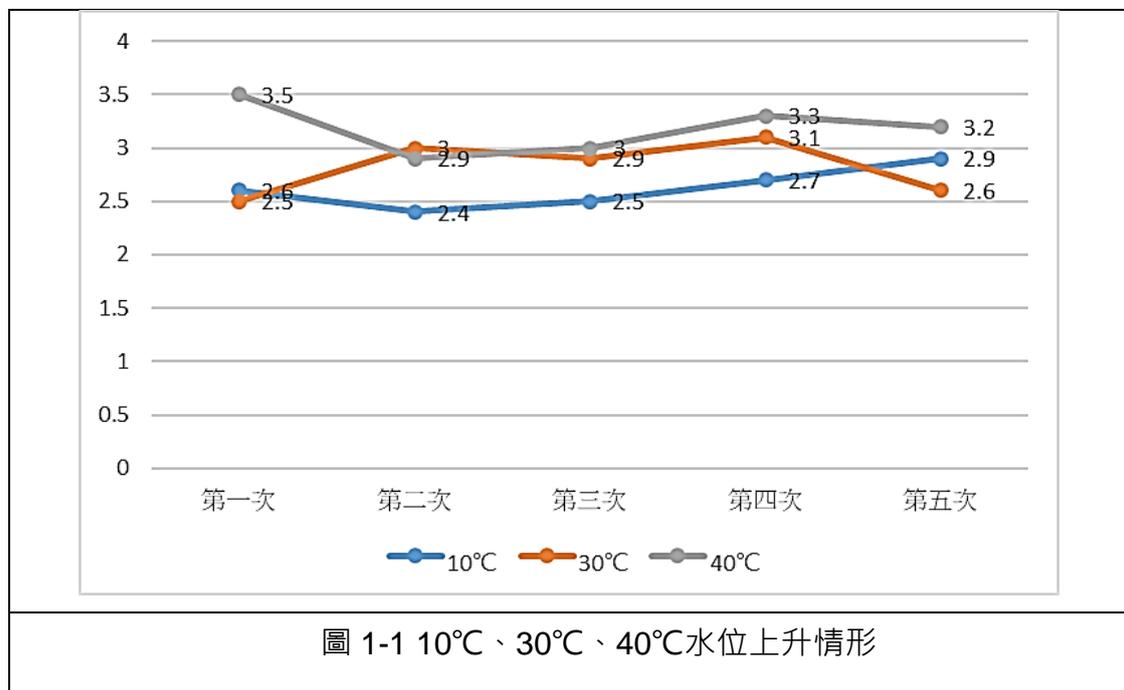
(一) 不同溫度的蒸餾水水位上升測量結果，如下圖及下表：

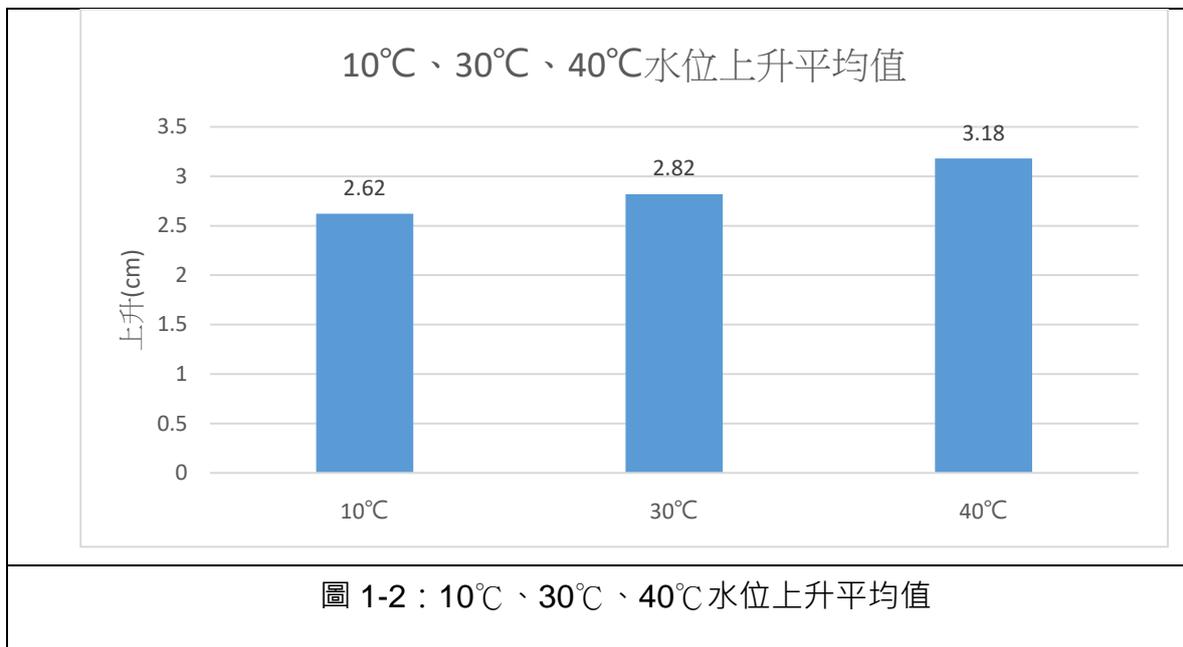
1. 水位上升測量結果，如下表 1-1 所示：
2. 結果顯示  $40^{\circ}\text{C} > 30^{\circ}\text{C} > 10^{\circ}\text{C}$ ，當蒸餾水溫度越高，水位上升越高。

表 1-1：不同溫度對水位上升高度影響

cm °C	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均	標準差
<b>10</b>	2.6	2.4	2.5	2.7	2.9	2.62	0.17
<b>30</b>	2.5	3	2.9	3.1	2.6	2.82	0.23
<b>40</b>	3.5	2.9	3	3.3	3.2	3.18	0.21

3. 水位上升結果的比較，如下圖 1-1 所示：





## 二、實驗二：探討 30°C 不同濃度鹽水水位上升情形

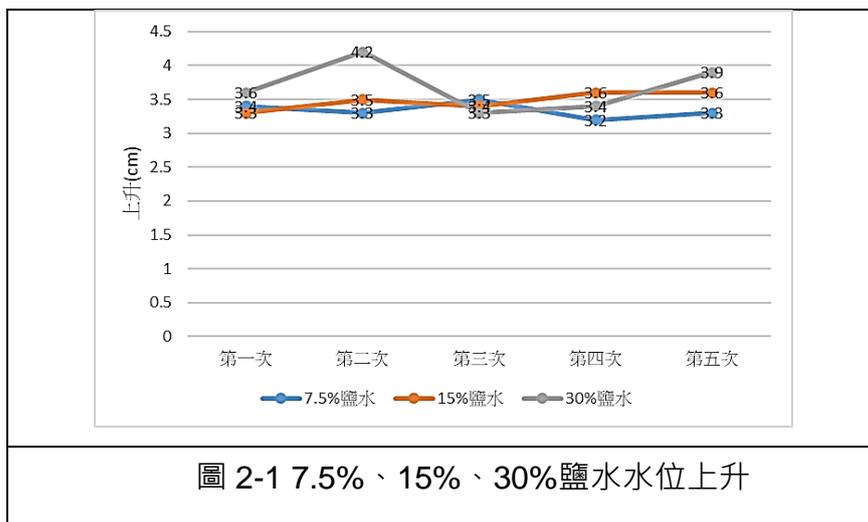
(一) 固定溫度不同濃度的鹽水水位上升測量結果，如下圖：

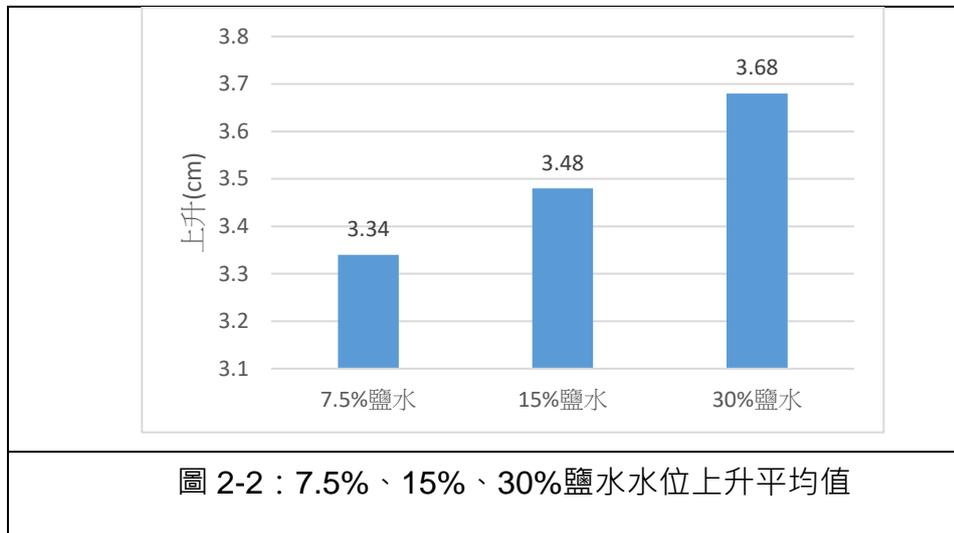
1. 水位上升測量結果，如下表 2-1 所示：
2. 結果顯示 30% > 15% > 7.5%，當鹽水濃度越高，水位上升越高。

表 2-1：不同濃度鹽水對水位上升高度影響

cm NaCl%	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均	標準差
7.5	3.4	3.3	3.5	3.2	3.3	3.34	0.10
15	3.3	3.5	3.4	3.6	3.6	3.48	0.12
30	3.6	4.2	3.3	3.4	3.9	3.68	0.33

3. 水位上升結果的比較，如下圖 2-1 所示：





### 三、實驗三：研究 30°C 不同濃度甘油水位上升情形

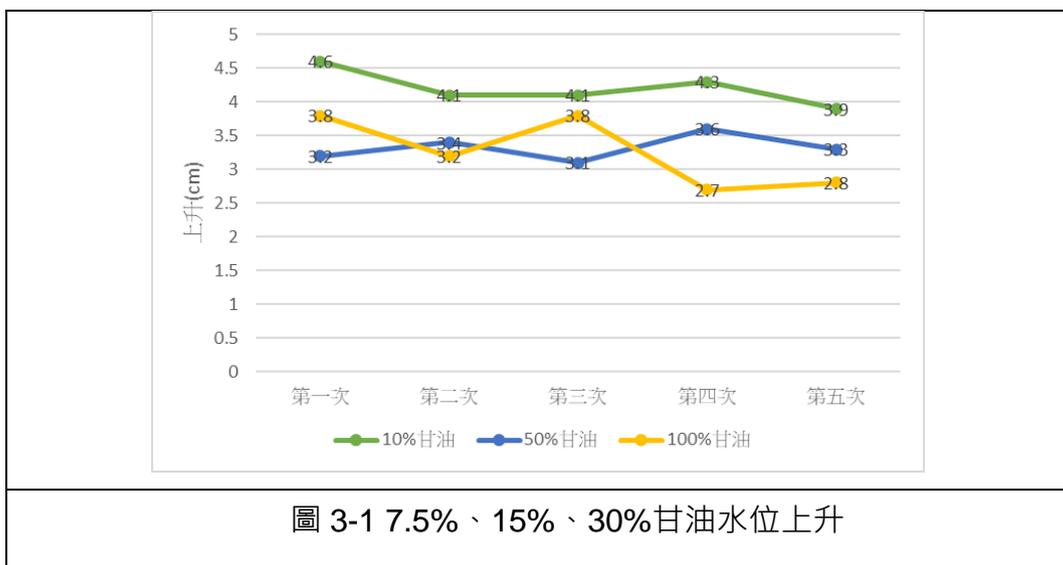
(一) 固定溫度不同濃度的甘油水位上升測量結果，如下圖：

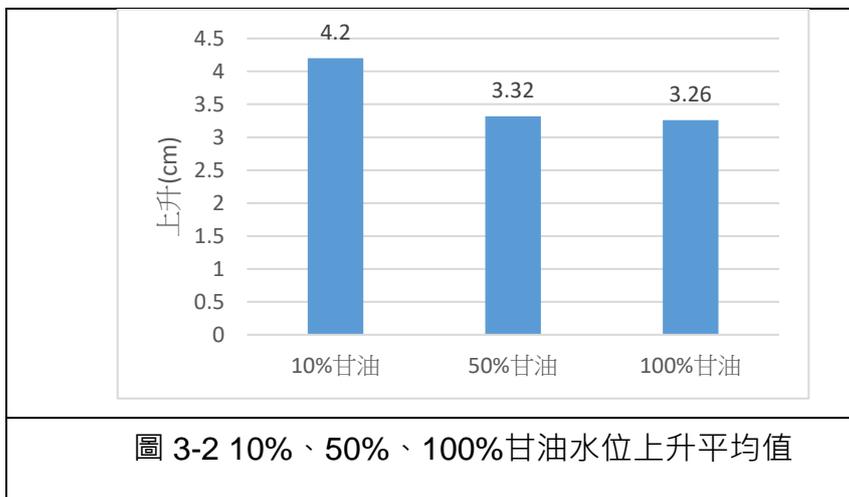
1. 水位上升測量結果，如下表 3-1 所示：
2. 結果顯示 10% > 50% > 100%，當甘油濃度越高，水位上升越少。
3. 蠟燭熄滅過程中發現甘油上升時會冒出些許氣泡。

表 3-1：不同濃度甘油對水位上升的影響

甘油%	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均	標準差
10	4.6	4.1	4.1	4.3	3.9	4.2	0.24
50	3.2	3.4	3.1	3.6	3.3	3.32	0.17
100	3.8	3.2	3.8	2.7	2.8	3.26	0.47

4. 水位上升結果的比較，如下圖 3-1 所示：





#### 四、實驗四：研究 30°C 不同濃度洗潔精水位上升情形

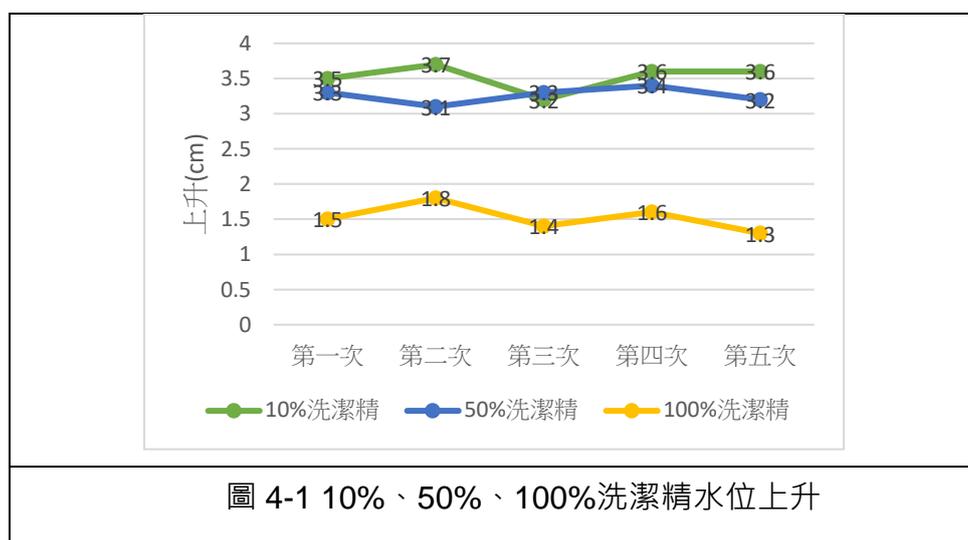
(一) 固定溫度不同濃度的洗潔精水位上升測量結果，如下圖：

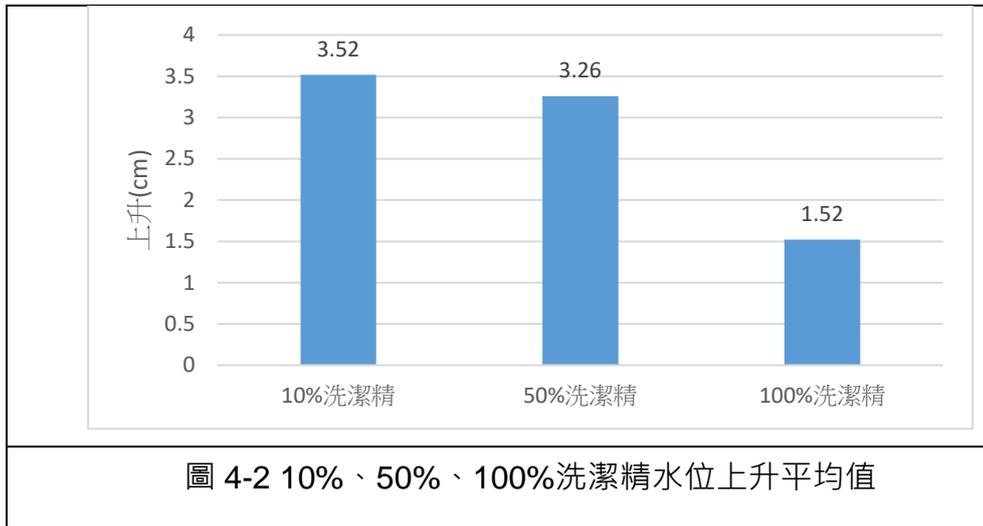
1. 水位上升測量結果，如下表 4-1 及圖 4-1~4-2 所示
2. 結果顯示 10% > 50% > 100%，當洗潔精濃度越高，水位上升越少。
3. 實驗過程中發現洗碗精在蠟燭燃燒的過程中，流入燒杯時會發出聲音，並且冒出許多氣泡。

表 4-1：不同濃度洗潔精對水位上升的影響

cm 洗潔精%	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均	標準差
10	3.5	3.7	3.2	3.6	3.6	3.52	0.17
50	3.3	3.1	3.3	3.4	3.2	3.26	0.10
100	1.5	1.8	1.4	1.6	1.4	1.52	0.15

4. 水位上升結果的比較，如下圖 4-1 所示：

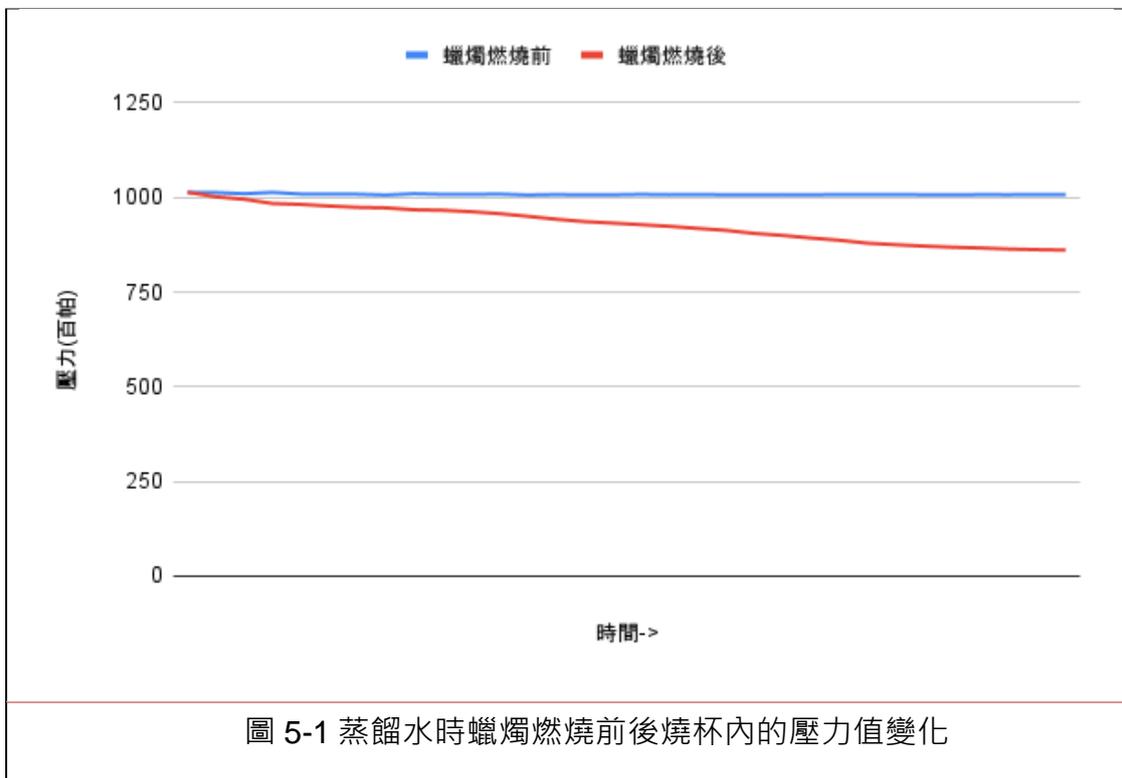




五、實驗五：研究不同溶液燒杯內壓力值的變化

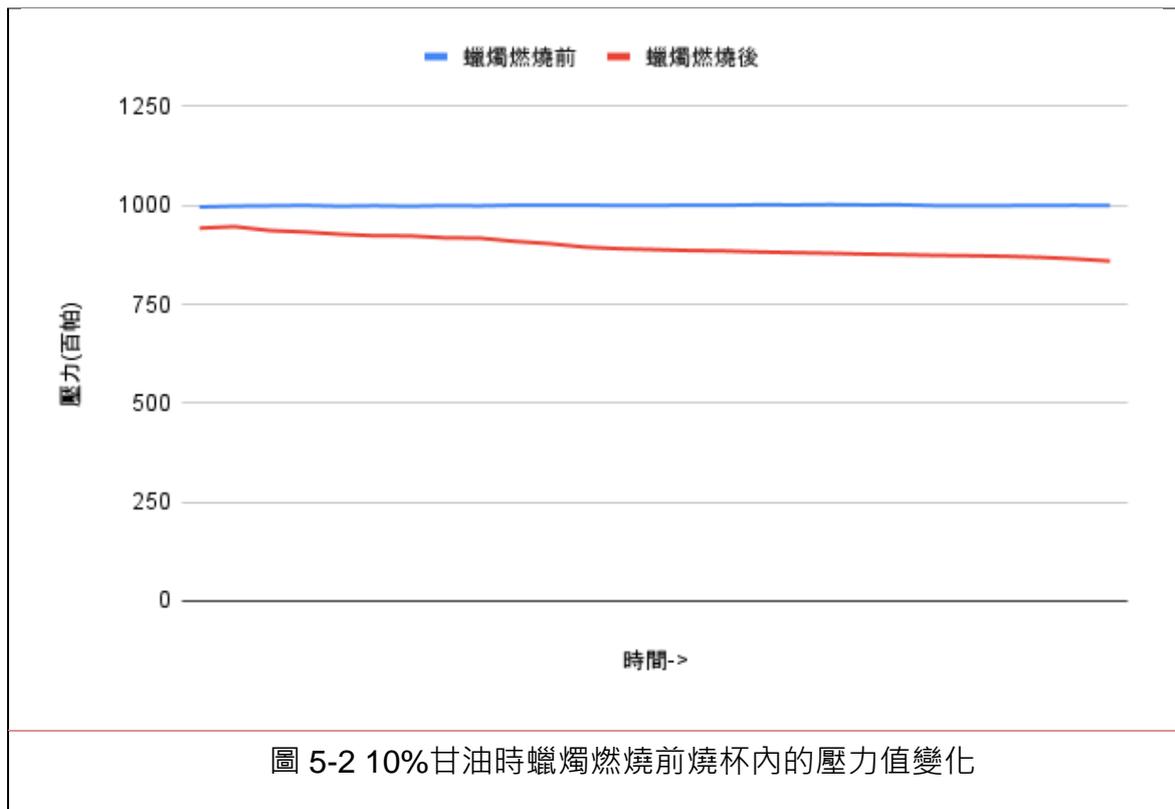
(一) 溶液為蒸餾水時蠟燭燃燒前後燒杯內的壓力值變化，如圖 5-1 所示：

(1.)當溶液為蒸餾水時壓力值會下降



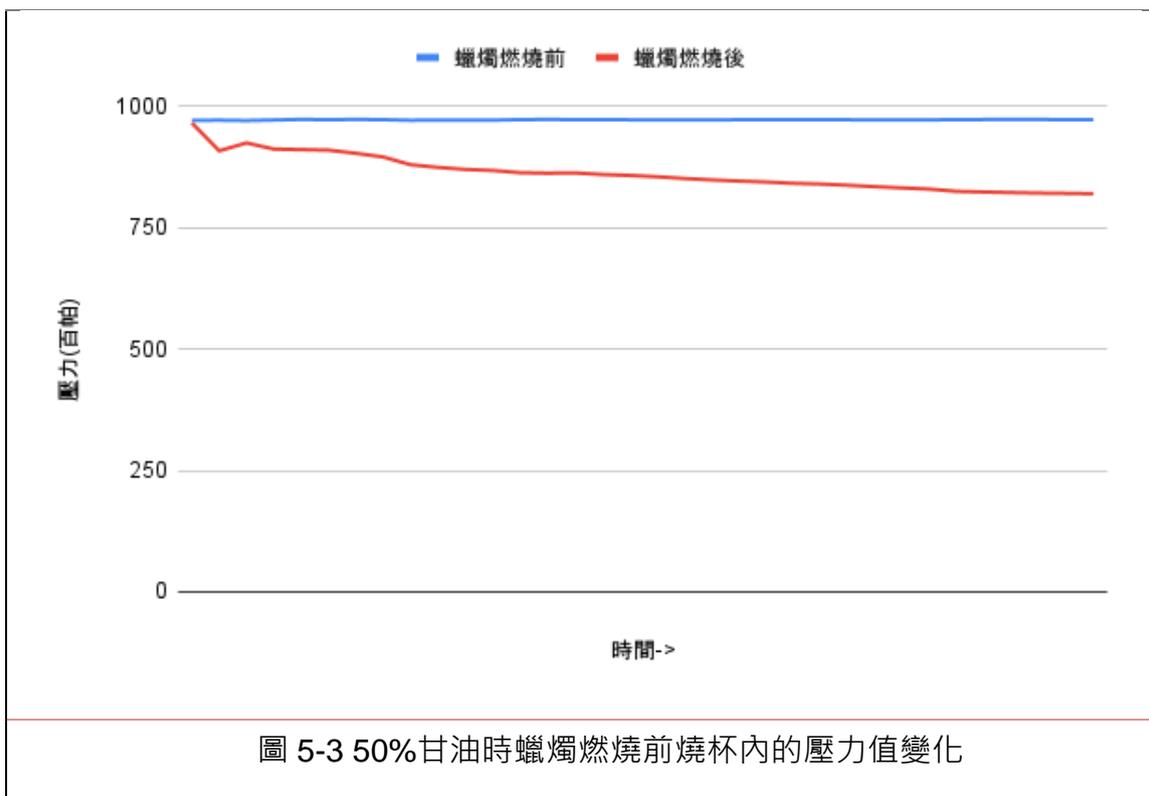
(二) 溶液為 10%甘油時蠟燭燃燒前後燒杯內的壓力值變化，如圖 5-2 所示：

(1.)當溶液為 10%甘油時壓力值會下降



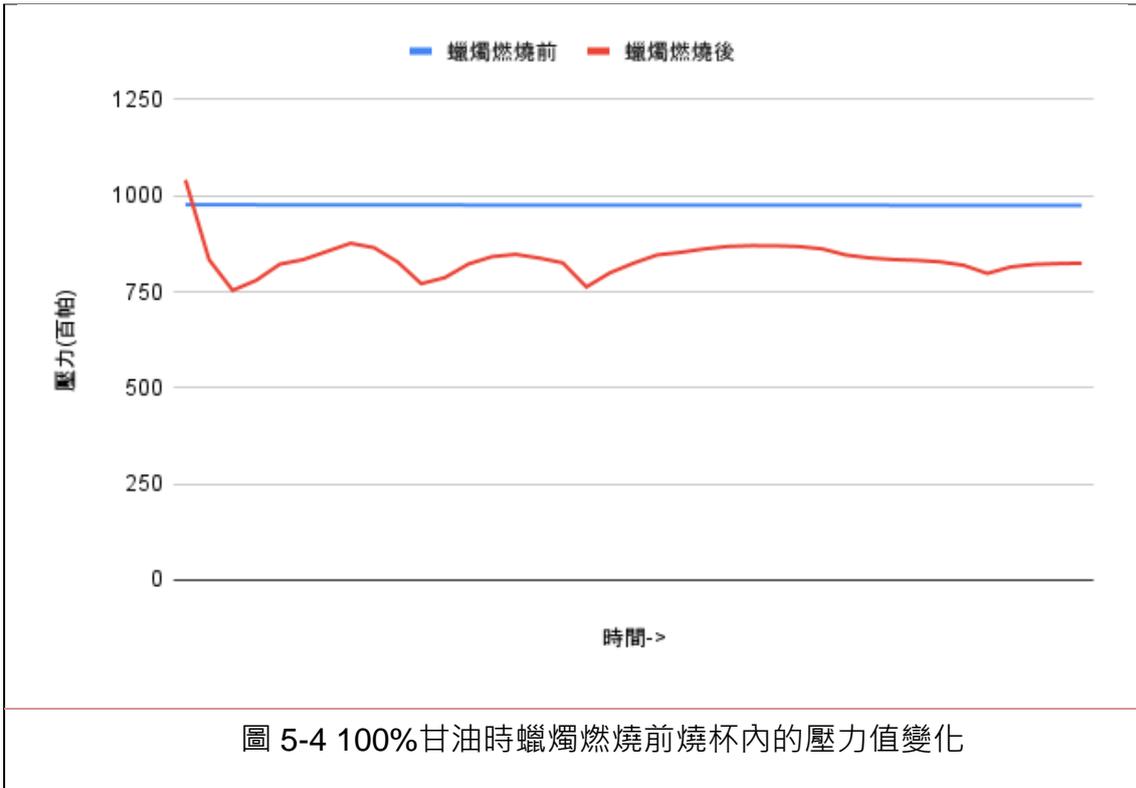
(三) 溶液為 50%甘油時蠟燭燃燒前後燒杯內的壓力值變化，如圖 5-3 所示：

(1.)當溶液為 50%甘油時壓力值會下降



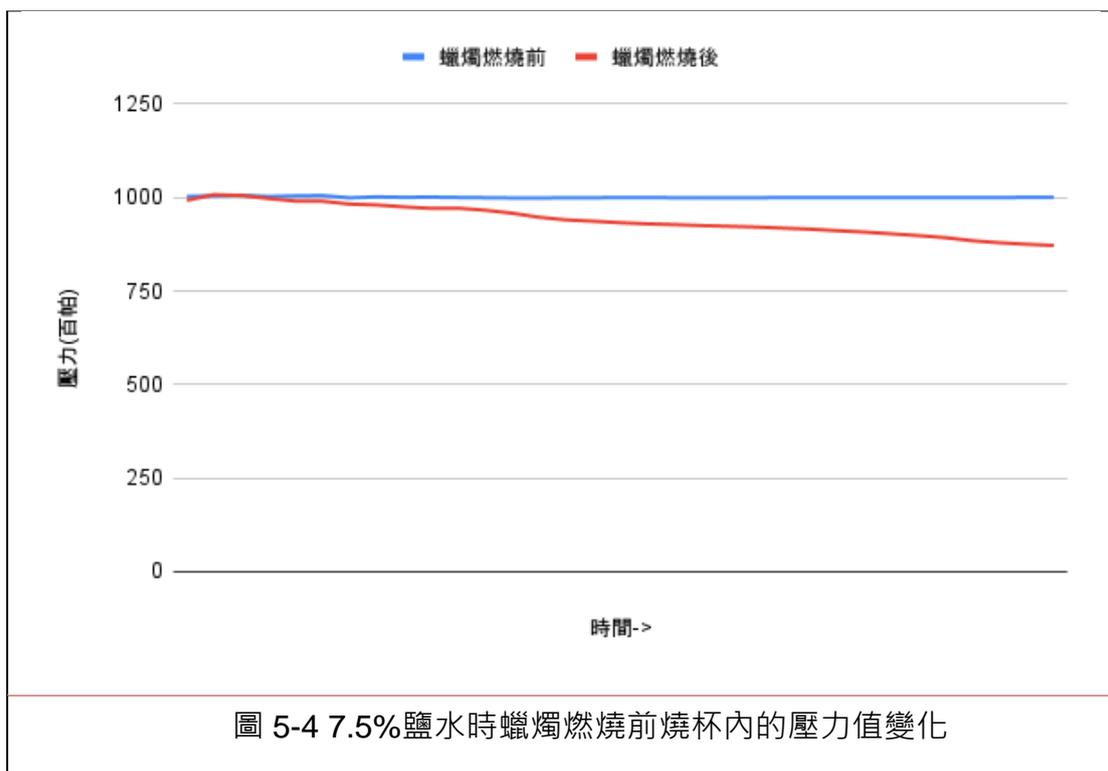
(四) 溶液為 100%甘油時蠟燭燃燒前後燒杯內的壓力值變化，如圖 5-4 所示：

(1.)當溶液為 100%甘油時壓力值會起伏不定



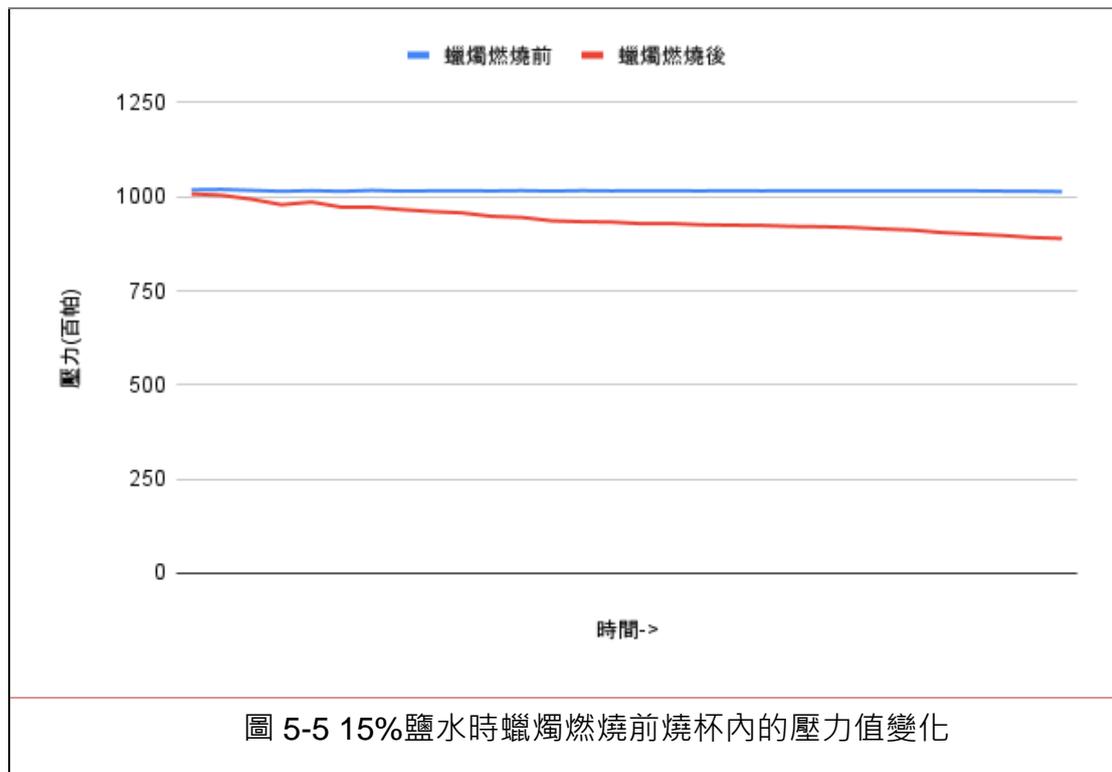
(五) 溶液為 7.5%鹽水時蠟燭燃燒前後燒杯內的壓力值變化，如圖 5-4 所示：

(1.)當溶液為 7.5%鹽水時壓力值會下降



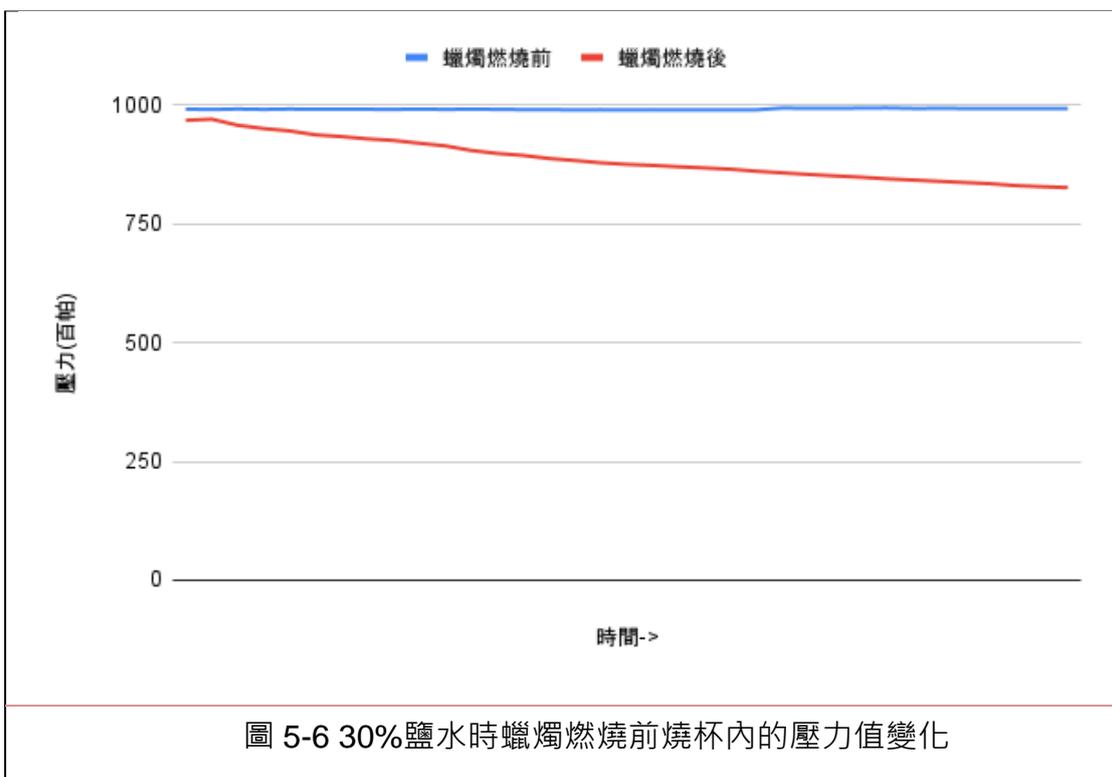
(六) 溶液為 15%鹽水時蠟燭燃燒前後燒杯內的壓力值變化，如圖 5-5 所示：

(1.)當溶液為 15%鹽水時壓力值會下降



(七) 溶液為 30%鹽水時蠟燭燃燒前後燒杯內的壓力值變化，如圖 5-6 所示：

(1.)當溶液為 30%鹽水時壓力值會下降



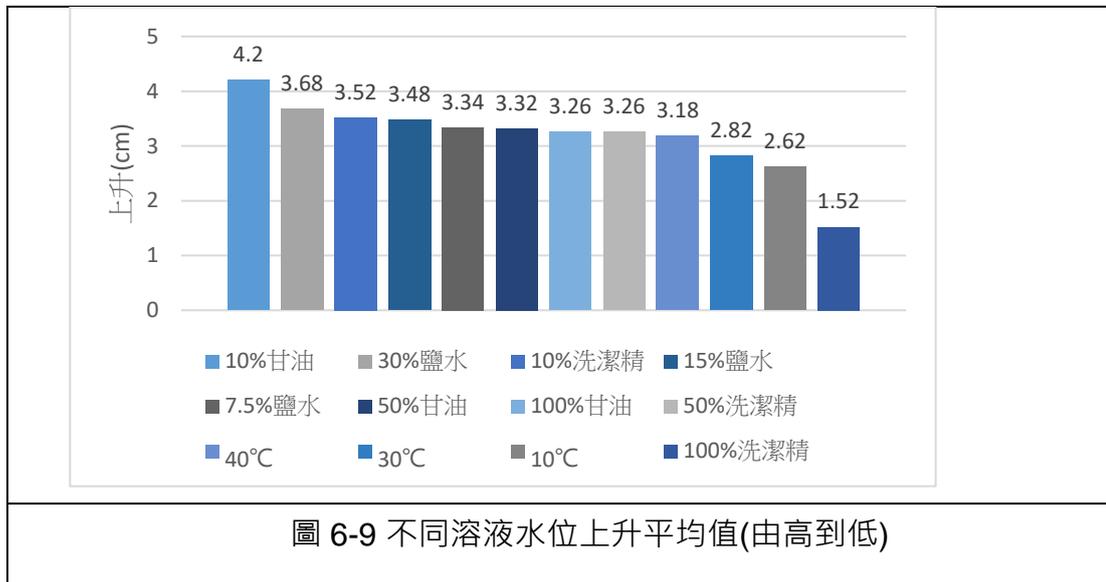
## 陸、討論

- 一、以常理來說氧氣佔 20% 左右，但蠟燭燃燒完後水位上升的高度並沒有五分之一那麼多，原因是什麼？
  - 我們推測可能是蠟燭燃燒時會產生熱量和水蒸氣，使水位上升。燃燒蠟燭產生的二氧化碳會溶解在水中，使水位上升。除了氧氣消耗外，還有其他因素影響水位上升的程度，因而導致實驗數據和預想不符。
- 二、為什麼水溫越高，水位會上升越多？
  - 我們推測可能是因為熱空氣上升冷空氣下降，所以可能導致溫度低的上升較低，溫度高的上升較高。
- 三、以常理來說蠟燭燃燒後氧氣轉變為二氧化碳，壓力值不應該改變，但測量出來的結果卻是隨著蠟燭燃燒，壓力值會越來越低是什麼原因造成的？
  - 我們推測可能是蠟燭燃燒後產生的熱量會使周圍氣體擴散，而降低壓力，這個現象稱為熱膨脹，這個現象導致燃燒過程中的壓力降低。如果實驗容器不是完全密封的，燃燒過程中可能會有一些氣體溢出，進而降低壓力。所以壓力值降低是熱膨脹和氣體溢出造成的。
- 四、使用 100% 甘油時，測出來的壓力值是起伏不定的，已經重複過好幾次實驗，卻還是一樣的結果？
  - 我們推測可能是周圍環境會影響壓力值，例如：溫度的變化或是外部氣壓的變化。除了蠟燭燃燒釋放出的氣體外，還會有其他化學反應產生氣體。這些反應可能會導致壓力值的變化。
- 五、我們原本是將尺放在燒杯外，從水平線開始做測量，為麼要改成黏在燒杯裡？

我們發現當燒杯蓋下去時，燒杯內的水位會稍微降低，所以直接從水平線量會有誤差。所以先在燒杯上標記水位會下降到的地方，再把尺的刻度零對準標記的地方，這樣就可以減少誤差。

## 柒、結論

- 一、當溶液為蒸餾水時，溫度越高，水位上升越高。溶液為鹽水時，濃度越高，水位上升越高。溶液為甘油和洗潔精時，濃度越高，水位則上升越少。
- 二、燒杯內的壓力值在還沒燃燒蠟燭時是沒變化的，在開始燃燒蠟燭後，會逐漸地下降。
- 三、綜合所有溶液的水位上升實驗結果平均值，從上升最多排到上升最少，依序是 10% 甘油、30% 鹽水、10% 洗潔精、15% 鹽水、7.5% 鹽水、50% 甘油、100% 甘油、50% 洗潔精、40°C 蒸餾水、30°C 蒸餾水、10°C 蒸餾水、100% 洗潔精。



## 捌、參考資料

- 一、蠟燭燃燒，水位上升. (n.d.). 全國科學探究競賽.  
<https://sciexplore2021.colife.org.tw/uploadfiles/TM3b90031dac/TM3b90031dac.pdf>
- 二、王奕婷, 曾思佳, & 熊思媛. (n.d.). 1/5 疑惑-悶熄蠟燭實驗的探討. 台灣網路科教館.  
<https://www.ntsec.edu.tw/science/detail.aspx?a=21&cat=41&sid=1234>
- 三、悶熄蠟燭燃燒實驗的重新設計. (n.d.). <http://w4.hyps.tp.edu.tw/natu/www/science/10104.pdf>
- 四、小偵探破除科學大迷失-蠟燭悶熄的因素再探討. (n.d.).  
[https://cyiesf.eduweb.tw/cyiesf38/Upfile/Works/1585028202\\_434899\\_29.pdf](https://cyiesf.eduweb.tw/cyiesf38/Upfile/Works/1585028202_434899_29.pdf)
- 五、許綺婷. (2014, January). 高中論證教學設計 ——以蠟燭燃燒水面上升為例. 台灣化學教育.  
<http://chemed.chemistry.org.tw/wp-content/uploads/2014/05/%E9%AB%98%E4%B8%AD%E8%AB%96%E8%AD%89%E6%95%99%E5%AD%B8%E8%A8%AD%E8%A8%88%E2%80%93%E2%80%93%E4%BB%A5%E8%A0%9F%E7%87%AD%E7%87%83%E7%87%92%E6%B0%B4%E9%9D%A2%E4%B8%8A%E5%8D%87%E7%82%BA%E4%BE%8BV3.pdf>
- 六、沈映廷, 劉菀真, & 郭力仰. (n.d.). 步步高升. <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/40/school/5/5h.htm>
- 七、張哲原, 張伊君, 李思元, & 劉國元. (n.d.). 五分之一的真相.  
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/29/pdf/29s/124.pdf>
- 八、慢慢高升. (n.d.). 中華民國第 42 屆中小學科學博覽會. <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/42/pdf/c/1/080122.pdf>
- 九、桃園市三坑國小. (n.d.). 桃園市三坑國小 校務評鑑.  
[https://www.skps.tyc.edu.tw/assessment/uploads/tad\\_uploader/user\\_1/758\\_2-4-3-1%E4%B8%AD%E8%8F%AF%E6%B0%91%E5%9C%8B%E7%AC%AC51%E5%B1%86%E4%B8%AD%E5%B0%8F%E5%AD%B8%E7%A7%91%E5%AD%B8%E5%B1%95%E8%A6%BD%E6%A6%AE%E7%8D%B2%E5%9C%8B%E5%B0%8F%E7%B5%84%E7%89%A9%E7%90%86%E7%A7%91%E7%AC%AC%E4%B8%89%E5%90%8D.pdf](https://www.skps.tyc.edu.tw/assessment/uploads/tad_uploader/user_1/758_2-4-3-1%E4%B8%AD%E8%8F%AF%E6%B0%91%E5%9C%8B%E7%AC%AC51%E5%B1%86%E4%B8%AD%E5%B0%8F%E5%AD%B8%E7%A7%91%E5%AD%B8%E5%B1%95%E8%A6%BD%E6%A6%AE%E7%8D%B2%E5%9C%8B%E5%B0%8F%E7%B5%84%E7%89%A9%E7%90%86%E7%A7%91%E7%AC%AC%E4%B8%89%E5%90%8D.pdf)
- 十、這應該就是蠟燭燃燒造成燒杯中水上升的原因吧！. (2010, June 9). 痞客邦.  
<https://ideact.pixnet.net/blog/post/23735504>