嘉義市第37屆中小學科學展覽會

作品說明書

科別：地球科學科

組別：國中組

作品名稱：噴發吧!間歇泉

- 探討不同環境下，間歇泉的噴發狀況

關鍵詞：間歇泉、溫度、壓力

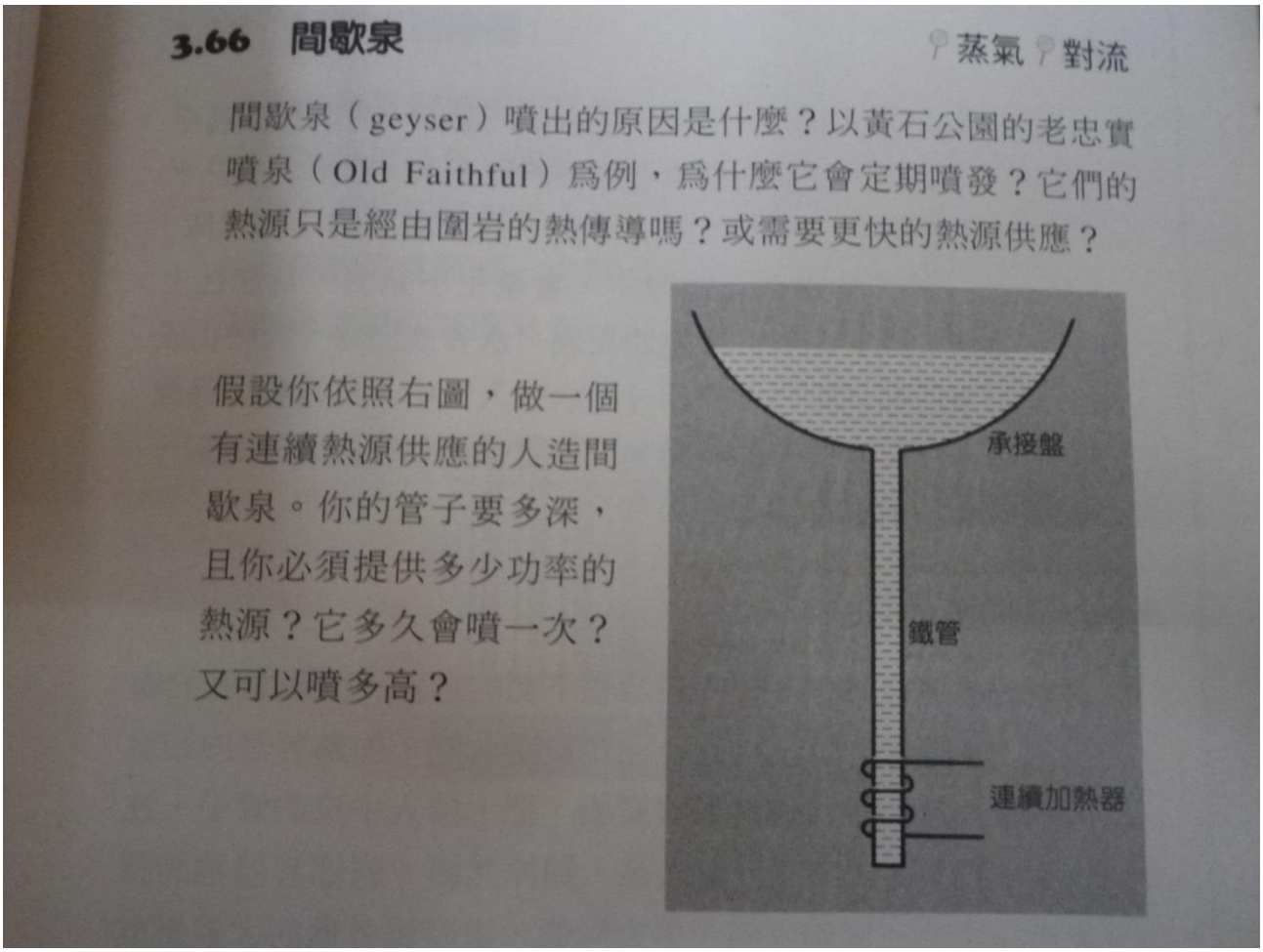
編號：

摘要

因為想了解台灣的溫泉為何無法像國外有間歇泉，想知道環境對間歇泉的影響。於是設計實驗，探討湖水(水盆)、狹縫(玻璃管)、供水系統(試管)及加熱源(酒精燈、卡式爐)對間歇泉噴發情況的關聯性。實驗結果發現玻璃管管長太短，泉水會持續噴出；管長較長(90 cm)，水壓愈大，較容易有斷斷續續噴發的間歇泉產生。加熱源所提供的熱量愈大，間歇泉的噴發間隔愈短、噴發時間愈長、下方試管的無水空間愈大。而試管愈小，因為容易造成水源達到沸騰，所以間歇泉噴發的間隔愈短，但噴發時間也愈短。水深愈深，間歇泉噴發時間將變長。最後發現，水盆愈小，上方水溫上升愈快，愈不容易出現間歇泉，會造池持續噴發的狀況。

壹、研究動機

去年冬天,去泡關子嶺溫泉時，內心有個疑惑:為什麼溫泉不會像其他國家的溫泉一樣噴發出來呢？還有一次在電視節目上看到有人去冰島旅遊，並介紹了當地間歇泉的特殊景觀。覺得非常驚奇，後來在一次閱讀了:物理馬戲團 2，我們看到了關於間歇泉的介紹，看完介紹後我們覺得非常有趣，所以我們上網找了有關間歇泉的相關資料，發現許多國家如:美國、紐西蘭、冰島等都有間歇泉的出現，但每個地方的間歇泉型態都不盡相同，例如噴發高度、噴發間隔、噴發時溫度等，所以我們對此感到非常好奇，在和老師討論之後，決定探討不同環境下間歇噴泉的噴發情況，並開始一系列的實驗。



3.66 間歇泉

蒸氣 對流

間歇泉（geyser）噴出的原因是什麼？以黃石公園的老忠實噴泉（Old Faithful）爲例，爲什麼它會定期噴發？它們的熱源只是經由圍岩的熱傳導嗎？或需要更快的熱源供應？

假設你依照右圖，做一個有連續熱源供應的人造間歇泉。你的管子要多深，且你必須提供多少功率的熱源？它多久會噴一次？又可以噴多高？

貳、研究目的

一、組裝實驗器材

二、探討不同玻璃管管長對噴發頻率與噴發時間的影響

三、探討不同加熱源對噴發頻率與噴發時間的影響

四、探討不同試管大小對噴發頻率與噴發時間的影響

五、探討不同出水口到水盆的距離對噴發頻率與噴發時間的影響

六、探討不同水盆對噴發頻率與噴發時間的影響

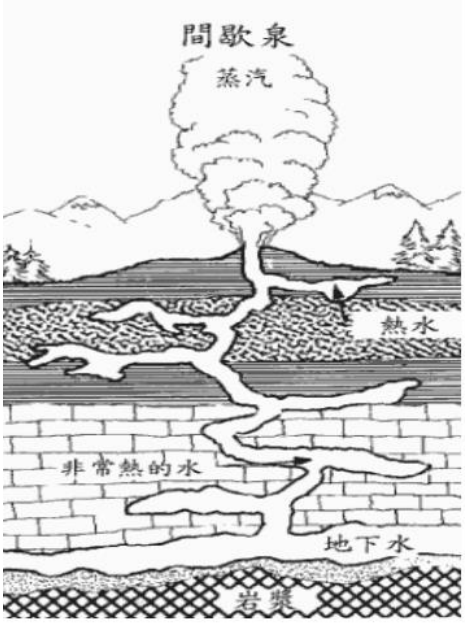
參、研究設備及器材

玻璃管	切割器	橡皮塞
試管	學生桌	大中小水盆
圓規刀	染料	瓦斯爐與酒精燈
三用電表(可測溫度)	防漏噴霧劑	熱熔膠槍

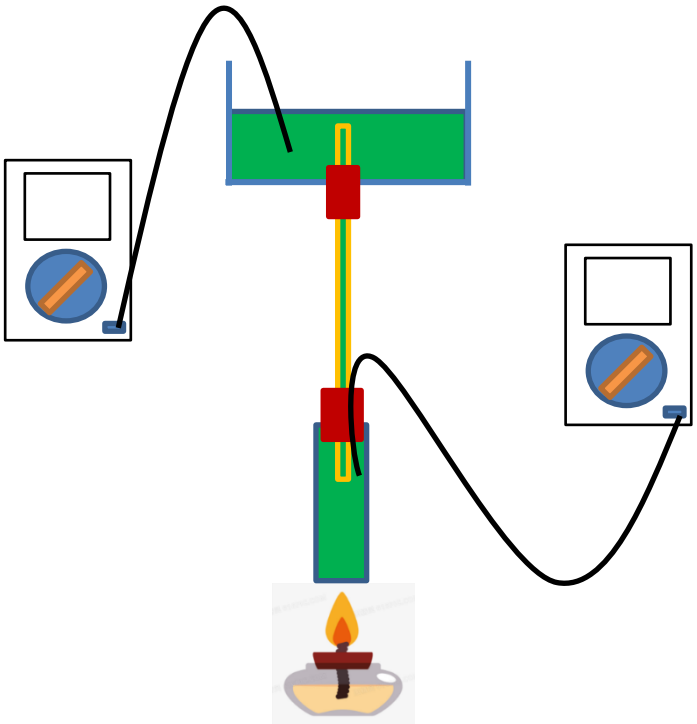
參、研究過程、結果與討論

一、設計實驗裝置

我們在正式實驗前，需要模擬實驗的裝置，因此，考慮間歇泉形成的原因，應該是下方水源受到加熱，經過狹小隙縫流到表面所形成(如圖一所示)。所以我們以試管裝水當成水源，用熱源加熱試管內部的水，加熱的水經過玻璃管，由上方的水盆噴發，就可以形成間歇泉，再利用三用電表量測試管內部水溫及水盆表層溫度變化，即完成實驗裝置(如圖二所示)。



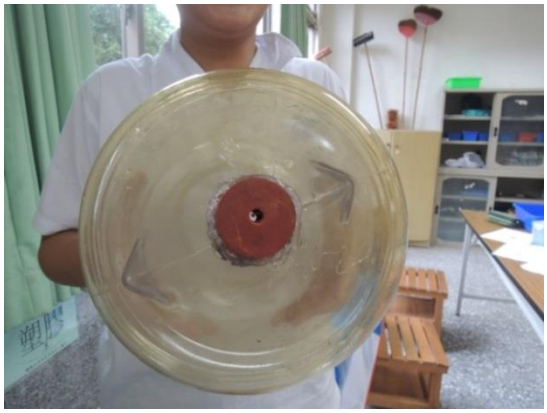
圖一 間歇泉的示意圖



圖二 實驗裝置示意圖

1. 將橡皮塞鑽洞，以利放入玻璃管。
2. 將水槽利用圓規刀挖洞，並將橡皮塞裝到其中(如圖三、圖四所示)。

圖三 用圓規刀挖洞



圖四 用橡皮塞裝入洞裏面

3. 用銼刀裁出所需要的玻璃管管長，再用噴燈加熱的方式將銳利處處理至光滑(如圖五、圖六所示)。

圖五 利用銼刀裁出所需管長

圖六 利用噴燈加熱

4. 利用熱融膠將接縫處填滿，避免漏水，再將玻璃管及試管裝上。

圖七 黏上熱熔膠防漏水

圖八 實驗主體

5. 將學生桌的抽屜鋸掉，並挖洞以利置放水盆(如圖九、圖十所示)。

圖九 鋸掉抽屜

圖十 將學生桌的桌面挖洞

6. 將防漏噴霧劑噴在各連接處，防止漏水。

7. 最後將實驗主體放置在桌上，即完成實驗裝置。

二、實驗一：探討不同玻璃管管長對噴發頻率與噴發時間的影響

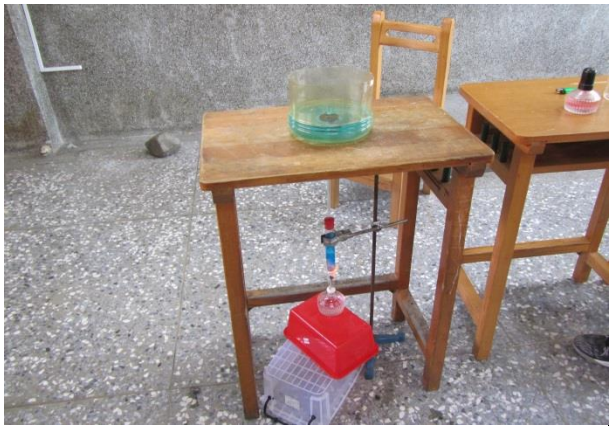
(一) 實驗過程

1. 將染料滴 2 滴到試管中，加水到滿，再把 30 公分的玻璃管利用橡皮塞連結試管。

圖十一 在試管中滴入染料

圖十二 試管與玻璃管連接

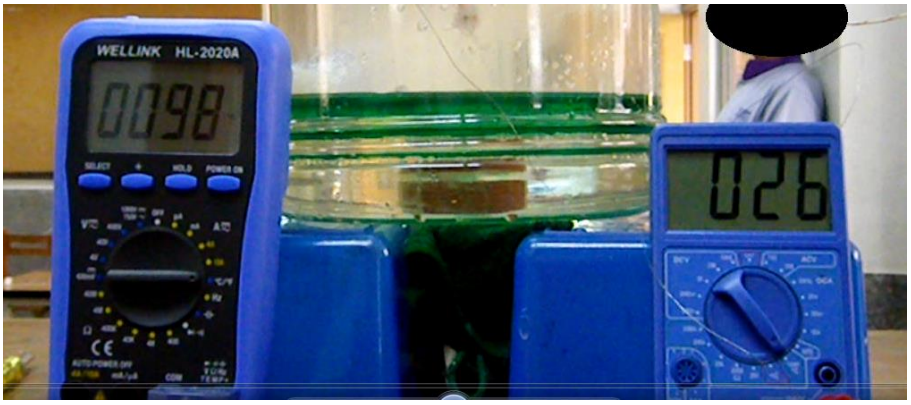
2. 將實驗主體置於桌面上，試管底部放置酒精燈準備加熱。
   (酒精燈燈心長度保持不變，燈心頂部距離試管約 5 公分)
3. 由水盆處加水到上方玻璃管開口距離 1 公分。



圖十三 實驗示意圖

圖十四 試管內部放置溫度感測線

4. 利用三用電表測量並讀取試管內部溫度(左側三用電表)以及水盆內部溫度(右側三用電表)。



圖十五 利用三用電表測量溫度

5. 利用相機錄下溫度計的數據變化，並記錄間歇泉的噴發時間、及噴發間隔。

6. 重複步驟 1~5，依序更改玻璃管管長為 45 cm、60 cm、90 cm。

圖十六 管長 60 公分的實驗情況

圖十七 管長 90 公分的實驗情況

(二) 實驗結果與討論

表一 **30cm** 的玻璃管管長對間歇泉噴發間隔與噴發時間的影響

間歇泉編號	噴發間隔 (單位：秒)	噴發時間 (單位：秒)
1	0 (連續噴發，噴泉不間斷)	無限長(大於 320 秒) (在實驗中，噴發無停止)

表二 **45cm** 的玻璃管管長對噴發間隔與噴發時間的影響

間歇泉編號	噴發間隔 (單位：秒)	噴發時間 (單位：秒)	水盆溫度(單位：℃)
1	50	23	29
2	67	大於 220 (大於實驗結束時間)	32

表三 **60cm** 的玻璃管管長對噴發間隔與噴發時間的影響

間歇泉編號	噴發間隔 (單位：秒)	噴發時間 (單位：秒)	水盆溫度(單位：℃)
1	75	5	33
2	83	6	30
3	102	8	34
4	114	3	37
5	61	2	32
6	90	5	44
7	85	4	40
8	102	3	40
平均值	89.0	4.5	36.3

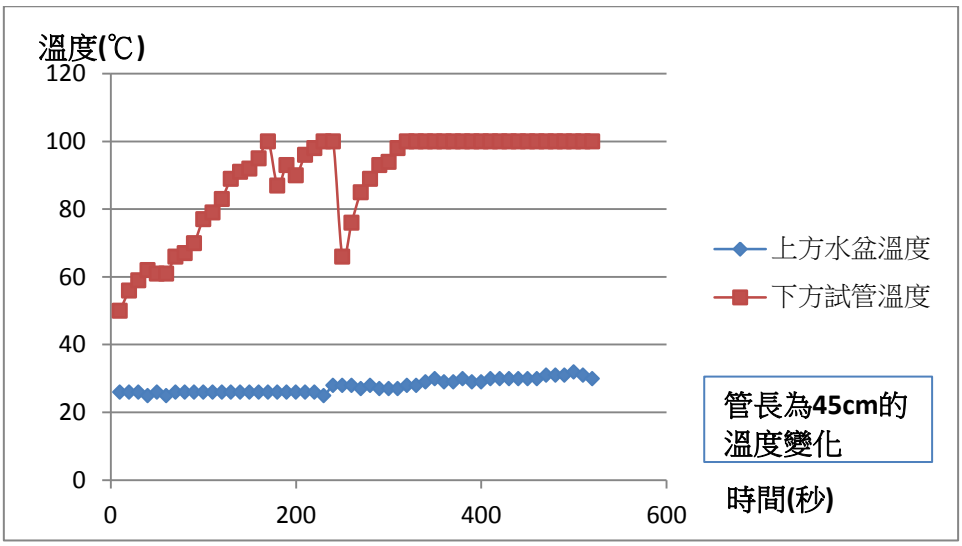
表四 **90cm** 的玻璃管管長對噴發間隔與噴發時間的影響

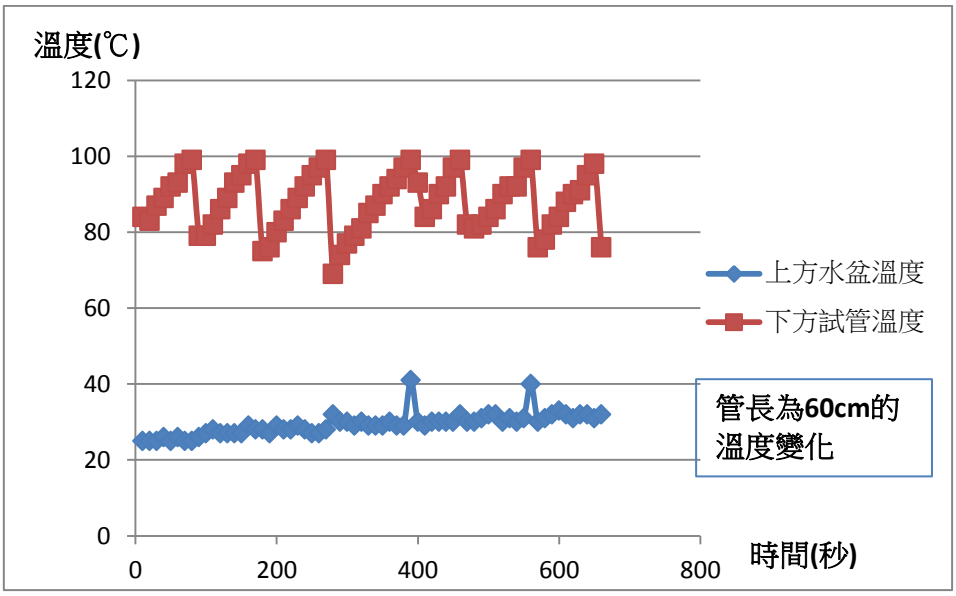
間歇泉編號	噴發間隔 (單位：秒)	噴發時間 (單位：秒)	水盆溫度(單位：℃)
1	43	1	30
2	40	1	33
3	35	2	37
4	41	1	35
5	50	1	39
6	41	10	38
7	51	2	41
8	38	7	40
9	52	5	36
10	46	1	42
11	33	1	35
平均值	42.7	2.9	36.9

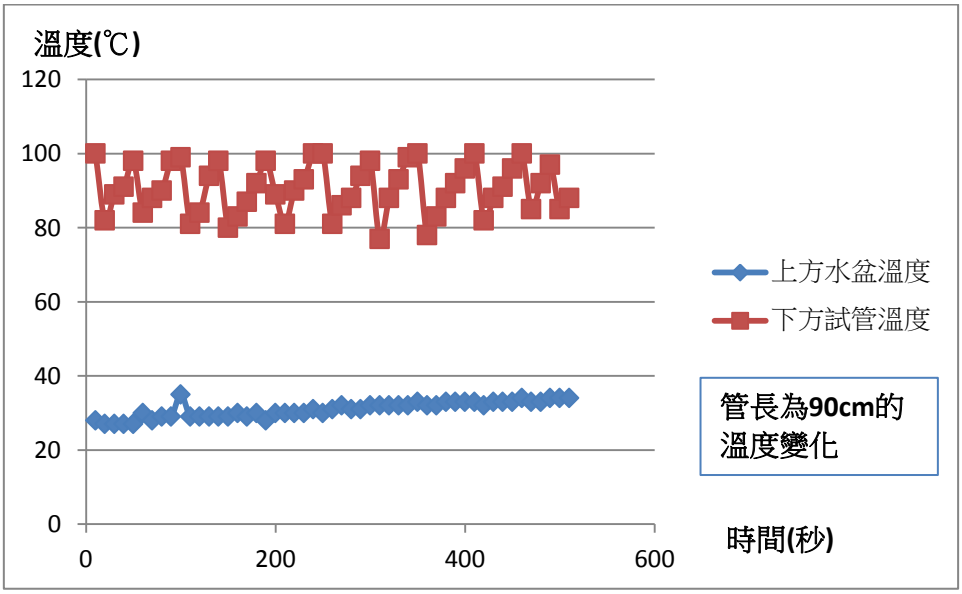
由表格一~四可以發現，**噴發時間隨著玻璃管管長增長而縮短**，**管長 30 公分**時，間歇泉會**連續噴發**；但**管長到 45 公分**，先噴發一次，**後來又連續噴發**；**管長 60 公分以後**，至實驗結束的時間，雖然沒有出現連續噴發，但**噴發的時間愈來愈短**(60 公分，平均噴發時間 4.5 秒；90 公分，平均噴發時間 2.9 秒)。

我們想進一步了解噴發時上方水盆與下方試管溫度的情況，因此將錄影所記錄下的溫度隨時間的關係，每隔 10 秒讀一次溫度計的數值，畫成如圖十八所示的 xy 散布圖。由圖十九可以發現，當**下方試管的水溫到達 100℃**時，**試管上端會出現無水空間，接著上方水盆處可以看到水柱湧出，形成間歇泉**。**推測**下方無水空間應該是**試管內的水被酒精燈加熱到沸騰，造成的水蒸氣所導致的**，而此壓力會造成下方試管及玻璃管內的水向上，我們可由圖發現**管長 45cm 時**，**下方試管溫度達到 100℃共有 3 次**，而**間歇泉有共出現 3 次**，最後間歇泉因為**下方水溫一直持續維持在 100℃，所以造成間歇泉一直噴出**；**管長 60cm 及 90cm 時，下方試管內的水沸騰的情況也與噴出間歇泉的狀態一致，符合我們的推論**。

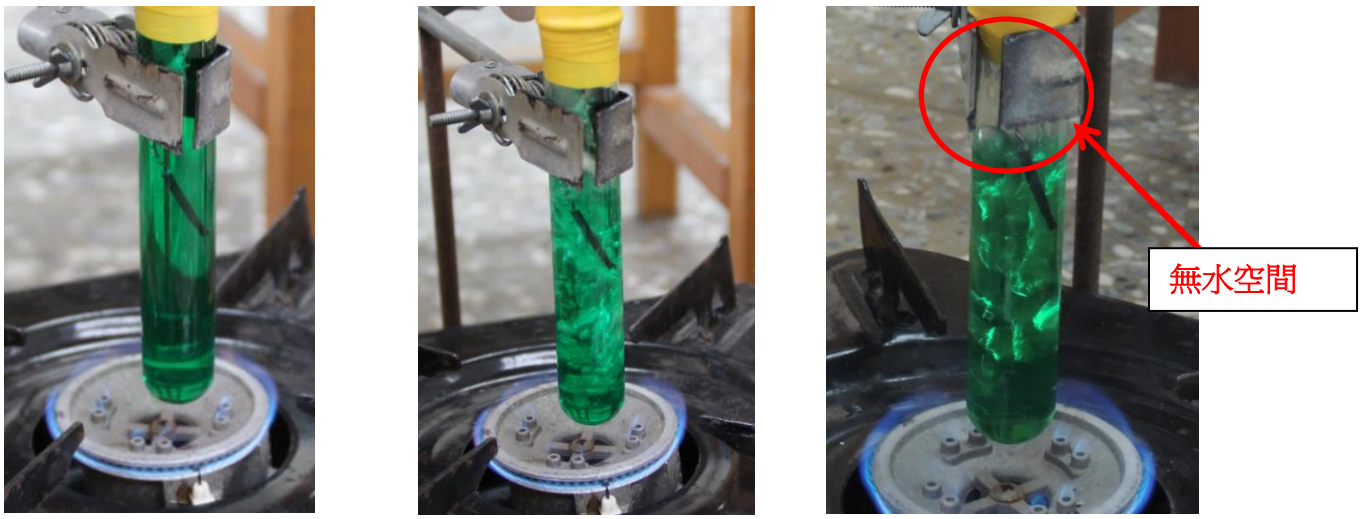
管長 30cm 時，一但試管沸騰，會持續噴發；管長 45cm 時，噴發 3 次後，持續噴發不停止；而管長 60cm 及 90cm，噴發次數則明顯增加，**推測，管長愈長，對下方試管所造成的水壓愈大，水不容易連續噴發，而會斷斷續續噴發的間歇泉。**







圖十八 不同玻璃管管長與水溫的關係圖
(上圖：管長 45cm)(中圖：管長 45cm)(中圖：管長 45cm)

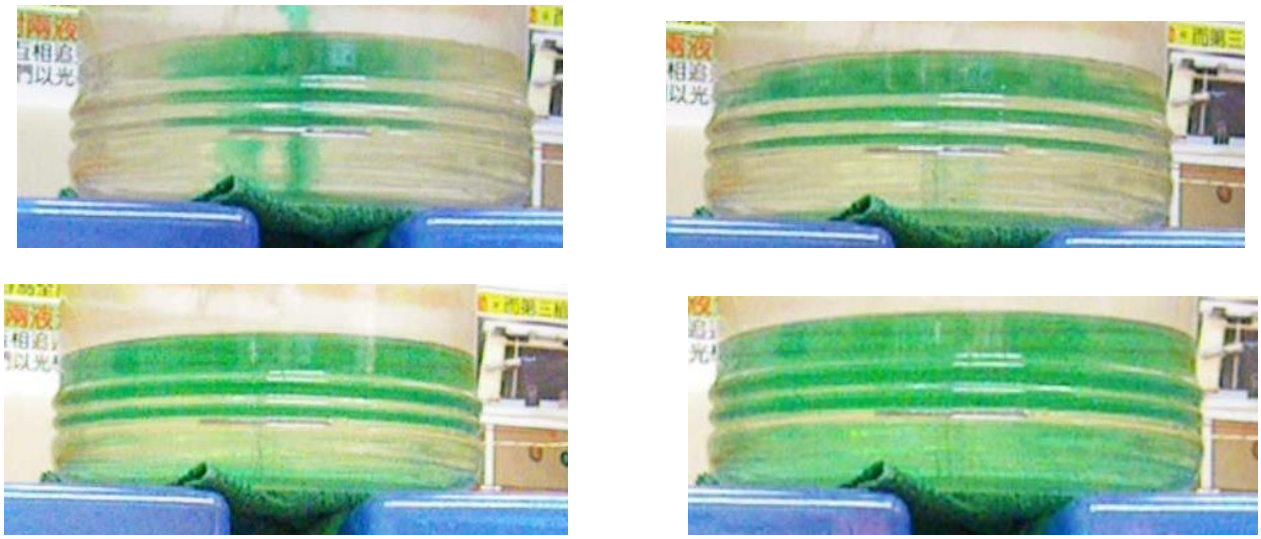


圖十九　(左：試管內裝滿水　　中：開始沸騰　右：下方試管出現無水空間)

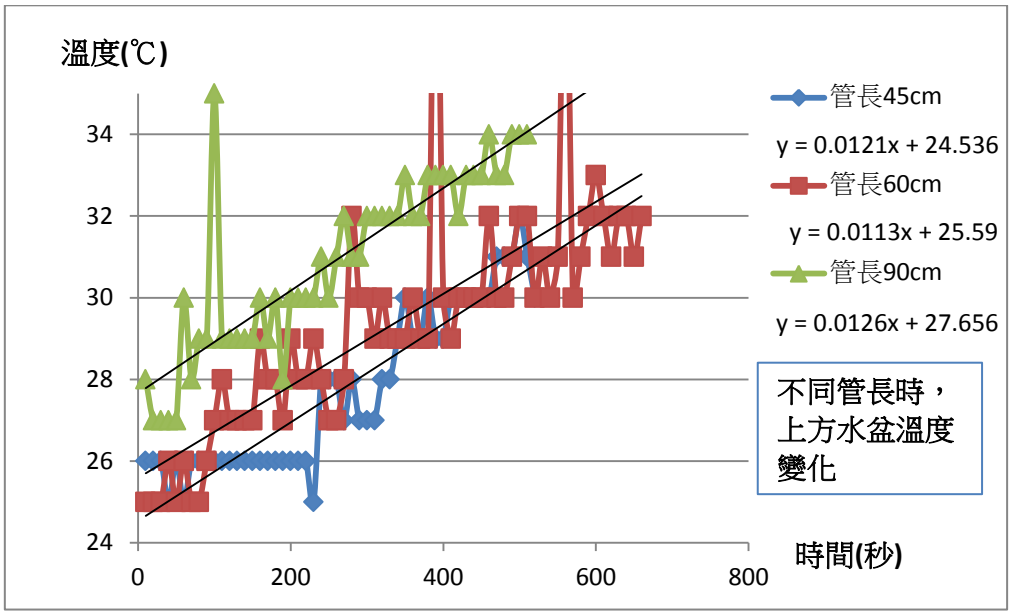
但是，為何間歇泉噴出後又會停下，無法持續噴出呢？我們觀察下方試管水溫的變化，發現**試管內的水溫沸騰後，導致間歇泉湧出，下方試管水溫會開始下降，直到繼續被酒精燈加熱到沸騰才會出現下一次間歇泉**，因此，我們觀察到上方水盆的水流方向(我們有加食用色素在下方試管內)，發現**水由玻璃管噴出後**，**水會往水盆的上方流動**(如圖二十所示)，**推測是因為熱水密度較小導致**，既然熱水向上，我們推測，**水盆下方的冷水就會補充而流動**，**最後經由試管的通道流向下方試管中**，**導致試管內的熱水**受到來自上方水盆冷水的中和，而**降溫**不再繼續沸騰，而使**泉水暫時停止噴發**；由圖二十一所示的，發現管長不管如何變化，上方水盆水溫上升的變化不大。由於**玻璃管管長是為了模擬間歇泉產生時的狹縫厚度**，因此，我們**推論**，**不同狹縫厚度，影響噴發頻率及是否產生間歇泉的條件，但對上方水面的溫度影響變化不大**。

所以**推測，狹縫厚度對是否能產生間歇泉應該有一定嚴格的條件限制**。

由於玻璃管管長 90cm 時，所能觀察到噴發次數較多，符合此實驗想探討的間歇泉情況最為接近，因此接下來的實驗都採用玻璃管長 90cm 進行探討。



圖二十 上方水盆的水流方向(時間順序：左上→右上→左下→右下)

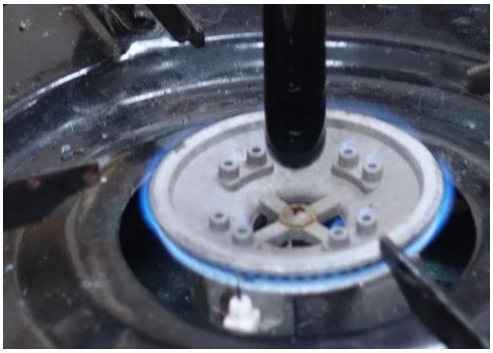


圖二十一 不同玻璃管時，上方水盆的水溫變化

三、實驗二：探討不同加熱源對噴發頻率與噴發時間的影響

(一) 實驗過程

1. 組裝好實驗主體，選用管長 90cm 的玻璃管。
2. 下方滴 2 滴染料到試管中，加水到滿，再將裝有玻璃管的橡皮塞塞入試管中。
3. 上方水盆處加水到距離上方玻璃管開口 1 公分的水位。
4. 將三用電表的測量端放置在試管內部及水槽內部讀取溫度。
5. 把酒精燈放在試管底部，並點燃。
6. 利用相機錄下溫度計的數據變化，並記錄間歇泉的噴發時間、及噴發間隔。
7. 重複步驟 1~6，但將火源更改為卡式爐，切到角度一(小火)及角度二(大火)。



圖二十二 卡式爐刻度一(小火)

圖二十三 卡式爐刻度二(大火)

(二) 實驗結果與討論

表五 火源為酒精燈與噴發間隔與噴發時間的影響

間歇泉編號	噴發間隔 (單位：秒)	噴發時間 (單位：秒)	水盆溫度(單位：℃)
1	43	1	30
2	40	1	33
3	35	2	37
4	41	1	35
5	50	1	39
6	41	10	38
7	51	2	41
8	38	7	40
9	52	5	36
10	46	1	42
11	33	1	35
平均值	42.7	2.9	36.9

表六 火源為卡式爐(小火)與噴發間隔與噴發時間的影響

間歇泉編號	噴發間隔 (單位：秒)	噴發時間 (單位：秒)	水盆溫度(單位：℃)
1	54	3	32
2	49	1	31
3	51	67	34
4	53	43	32
5	53	6	33
6	42	2	37
7	48	272	33
8	54	3	33
9	43	2	38
10	39	17	37
11	60	5	35
平均值	49.6	38.3	34.1

表七 火源為卡式爐(大火)與噴發間隔與噴發時間的影響

間歇泉編號	噴發間隔 (單位：秒)	噴發時間 (單位：秒)	水盆溫度(單位：℃)
1	25	大於 115	28

由表五~七可發現，改變加熱源為卡式爐的小火與大火，噴發間隔有縮短的趨勢，對間歇泉的噴發時間更確有顯著的影響，加熱源提供的熱量愈大，造成噴發的時間明顯增加，我們推測，間歇泉噴發是因為試管沸騰造成水壓向上推擠玻璃管內的水向上，間歇泉停止噴發是因為上方冷水補充導致試管不再沸騰。一旦加熱源為卡式爐小火時，下方試管的無水空間也增大，也就是水蒸氣壓力更大，使得泉水持續噴發，這個情況在火源為卡式爐大火時更明顯。

在三種不同加熱源中，由上方表格也發現，在間歇泉的噴發中，累積幾次小的噴發(噴發時間較短) 後，會出現一次明顯的大噴發 (噴發時間較長)，之後又繼續幾次小噴發，再出現一次大噴發，這個現象在加熱源為卡式爐小火時更為明顯。討論後，覺得這個現象和地震有點類似，是否是加熱源提供能量噴發，但持續累積能量後，產生一次大規模的能量釋放後，再繼續累積能量，直到下次的大規模噴發。

三種不同加熱源中，**酒精燈與卡式爐小火都能順利產生間歇泉**，而**卡式爐大火**則因為提供熱源太大，**產生的泉水會持續噴發**，而且實驗中，下方試管會因為產生的蒸汽壓太大，而產生試管與玻璃管分開的情況，導致實驗中斷；因此，考量時間因素，在以後的實驗，均採用加熱源為卡式爐小火。

四、實驗三：探討不同試管大小對噴發頻率與噴發時間的影響

(一) 實驗過程

1. 組裝好實驗主體，試管中滴 2 滴染料，並將上方水盆處加水到距離上方玻璃管開口 1 公分的水位。
2. 將三用電表的測量端放置在試管內部及水槽內部讀取溫度。
3. 打開加熱源加熱試管。
4. 利用相機錄下溫度計的數據變化，並記錄間歇泉的噴發時間、及噴發間隔。
5. 重複步驟 1~4，但將下方試管更改為中試管及小試管。
6. 分別用油標尺量測試管的內徑。

圖二十四 利用游標尺量測試管內徑

圖二十五 不同大小的試管

(二) 實驗結果與討論

表八 下方試管為大試管(內直徑 **2.19cm**)對噴發間隔與噴發時間的影響

間歇泉編號	噴發間隔 (單位：秒)	噴發時間 (單位：秒)	水盆溫度(單位：℃)
平均值	49.6	38.3	34.1

表九 下方試管為中試管(內直徑 **1.69cm**)對噴發間隔與噴發時間的影響

間歇泉編號	噴發間隔 (單位：秒)	噴發時間 (單位：秒)	水盆溫度(單位：℃)
1	21	53	25
2	24	34	27
3	38	3	32
4	12	141	31
5	39	5	29

6	16	15	32
7	32	85	36
8	22	33	33
9	36	31	36
10	44	18	34
11	26	44	33
12	37	11	34
13	27	19	34
14	22	25	31
15	60	2	27
平均值	30.4	34.6	31.6

表十 下方試管為小試管(內直徑 **1.27cm**)對噴發間隔與噴發時間的影響

間歇泉編號	噴發間隔 (單位：秒)	噴發時間 (單位：秒)	水盆溫度(單位：℃)
1	60	8	24
2	22	4	23
3	31	28	24
4	33	5	23
5	19	7	25
6	43	2	25
7	19	1	26
8	26	7	25
9	33	20	25
10	52	4	24
11	28	22	26
12	31	6	24
13	40	43	25
14	21	18	25
15	32	5	25
平均值	32.7	12.0	24.6

實驗三(探討不同試管大小對噴發頻率與噴發時間的影響)是為了模擬下方水源(地下水)的多寡對間歇泉的影響。由表格八~十可以發現，當試管變小，噴發間隔似乎也有變短，推測水量愈少，導致試管內的水只要較少的熱量，就容易形成沸騰，而向上噴出形成噴泉。

而試管愈小，每次噴發的時間也跟著下降，由大試管平均噴發時間 38.3 秒，到中視管時的平均噴發時間 34.6 秒，最後小試管時的平均噴發時間卻只剩下 12.0 秒，而且實驗進行中的最大規模噴發時間也由大試管的 272 秒、中試管的 141 秒到小試管的 43 秒，隨著試管的變小而明顯下降。推測，在地下水不足的情況下，間歇泉的噴發會不明顯；但地下水過多的情況，是否又會導致噴發間隔又需要太久，由分析發現，要出現間歇泉似乎環境要求還蠻嚴格的。

五、 實驗四：探討不同出水口到水盆的距離對噴發頻率與噴發時間的影響

(一) 實驗過程

1. 組裝好實驗主體，試管中滴 2 滴染料，並將上方水盆處加水到距離上方玻璃管開口 1 公分的水位。
2. 將三用電表的測量端放置在試管內部及水槽內部讀取溫度。
3. 打開加熱源加熱試管。
4. 利用相機錄下溫度計的數據變化，並記錄間歇泉的噴發時間、及噴發間隔。
5. 重複步驟 1~4，但將上方水盆加水到出水口到水盆的距離為 3cm 及 5cm。

(二) 實驗結果與討論

表十一 水深 **1cm**、**90cm** 的玻璃管管長對噴發間隔與噴發時間的影響

間歇泉編號	噴發間隔 (單位：秒)	噴發時間 (單位：秒)	水盆溫度(單位：℃)
平均值	49.6	38.3	34.1

表十二 水深 **3cm**、**90cm** 的玻璃管管長對噴發間隔與噴發時間的影響

間歇泉編號	噴發間隔 (單位：秒)	噴發時間 (單位：秒)	水盆溫度(單位：℃)
1	85	7	27
2	80	4	27
3	60	8	28
4	68	20	29
5	65	18	29
6	73	3	32
7	78	22	30
8	74	2	30
9	60	40	33
10	70	12	31
11	65	5	31
12	94	9	31
13	73	6	32
平均值	72.7	12.0	30.0

表十三 水深 **5cm**、**90cm** 的玻璃管管長對噴發間隔與噴發時間的影響

間歇泉編號	噴發間隔 (單位：秒)	噴發時間 (單位：秒)	水盆溫度(單位：℃)
1	74	3	21
2	99	3	22
3	121	4	22
4	77	64	25
5	77	13	26
平均值	89.6	17.4	23.2

由表十一～十三可發現，當水深為 1cm 時，噴發間隔為 49.6 秒；水深為 3cm 時，噴發間隔為 72.7 秒；水深為 5cm 時，噴發間隔為 89.6 秒。可以發現，**當水深愈深，此時間歇泉噴發間隔將增加**，我們認為，水深增加，水壓改變並不大，為何會造成噴發頻率變慢，應該是因為由下方玻璃管傳來的沸騰水只能與局部水盆內的水交換，而**水深變深，上方噴發間歇泉處的上方水體變多，導致出現此現象**。

六、實驗五：探討不同水盆對噴發頻率與噴發時間的影響

(一) 實驗過程

1. 組裝好實驗主體，試管中滴 2 滴染料，並將上方水盆處加水到距離上方玻璃管開口 1 公分的水位。
2. 將三用電表的測量端放置在試管內部及水槽內部讀取溫度。
3. 打開加熱源加熱試管。
4. 利用相機錄下溫度計的數據變化，並記錄間歇泉的噴發時間、及噴發間隔。
5. 重複步驟 1~4，但將上方水盆更改為中水盆及小水盆。
6. 量測大中小種盆的內直徑。

圖二十六 利用圓規刀切出放置橡皮塞的位置

圖二十七 不同的水盆大小

(二) 實驗結果與討論

表十四 在上方水盆為大水盆(內直徑 **18.25 cm**)時，對噴發間隔與噴發時間的影響

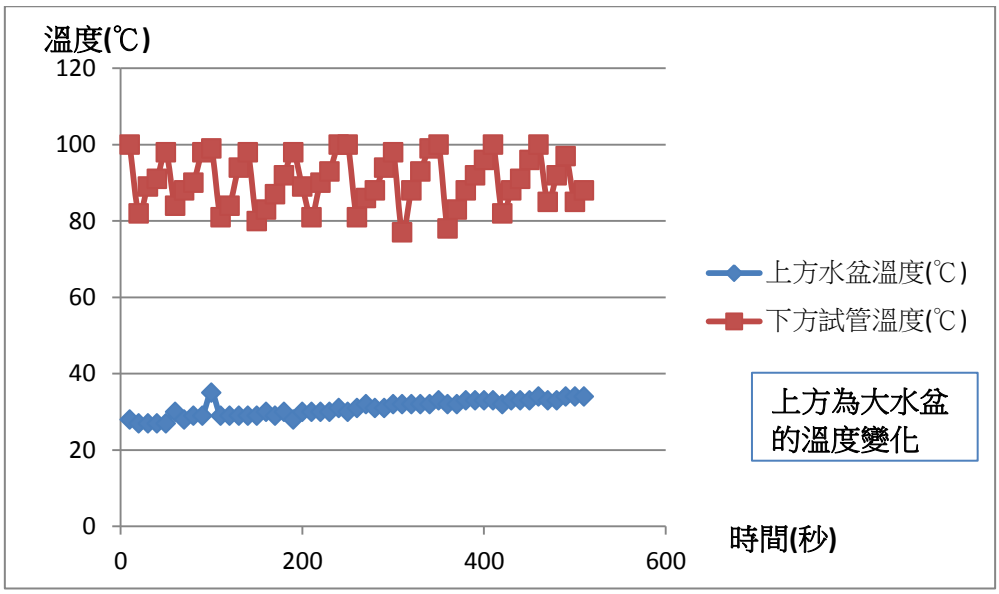
間歇泉編號	噴發間隔 (單位：秒)	噴發時間 (單位：秒)	水盆溫度(單位：℃)
平均值	49.6	38.3	34.1

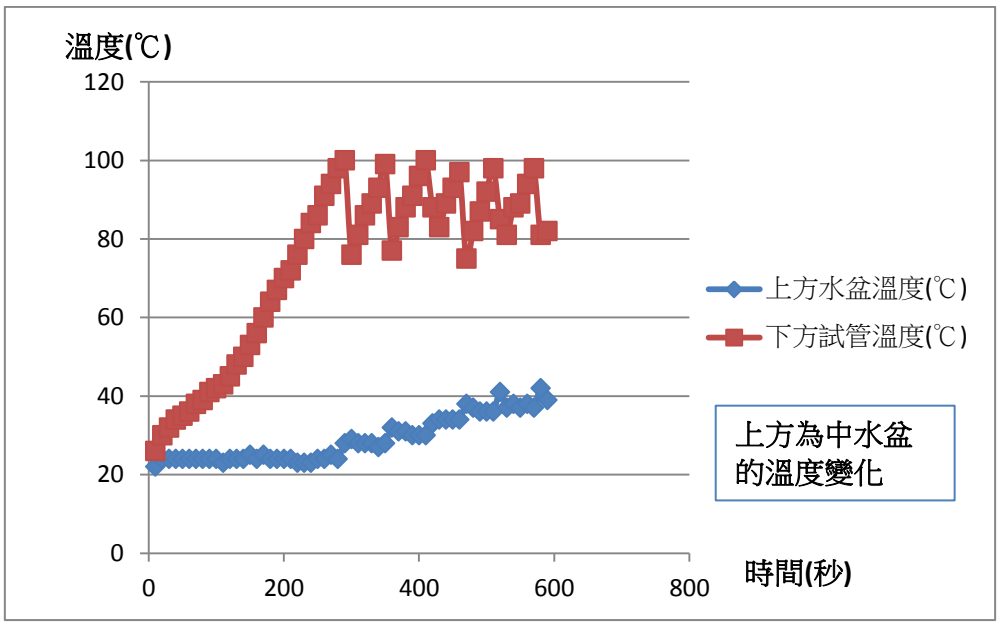
表十五 在上方水盆為中水盆(內直徑 **11.32 cm**)時，對噴發間隔與噴發時間的影響

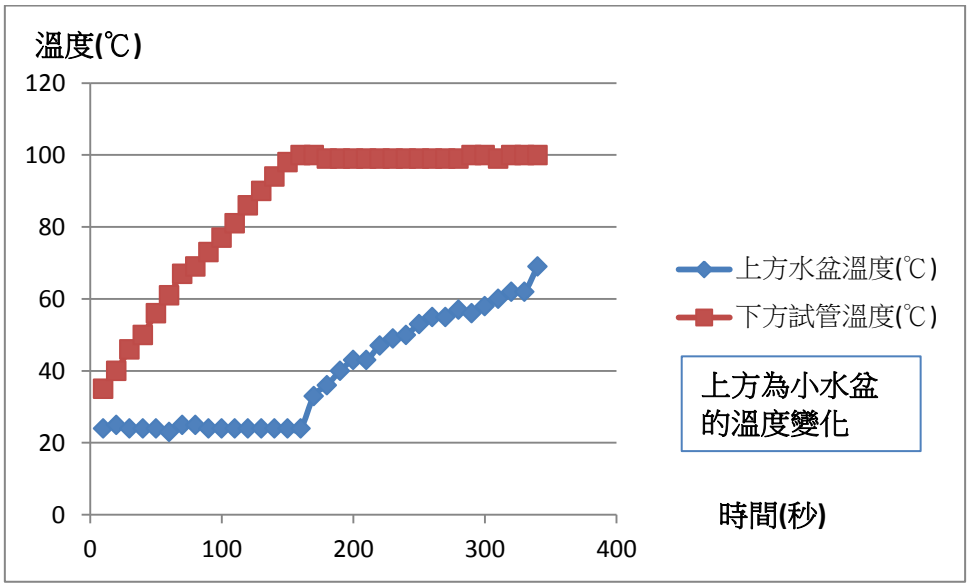
間歇泉編號	噴發間隔 (單位：秒)	噴發時間 (單位：秒)	水槽溫度(單位：℃)
1	68	2	34
2	53	7	37
3	45	4	40
4	43	4	45
5	53	4	46
平均值	52.4	4.2	40.4

表十六 在上方水盆為小水盆(內直徑 **5.71 cm**)時，對噴發間隔與噴發時間的影響

間歇泉編號	噴發間隔 (單位：秒)	噴發時間 (單位：秒)	水槽溫度(單位：℃)
1	持續噴發(時間大於 300 秒)		

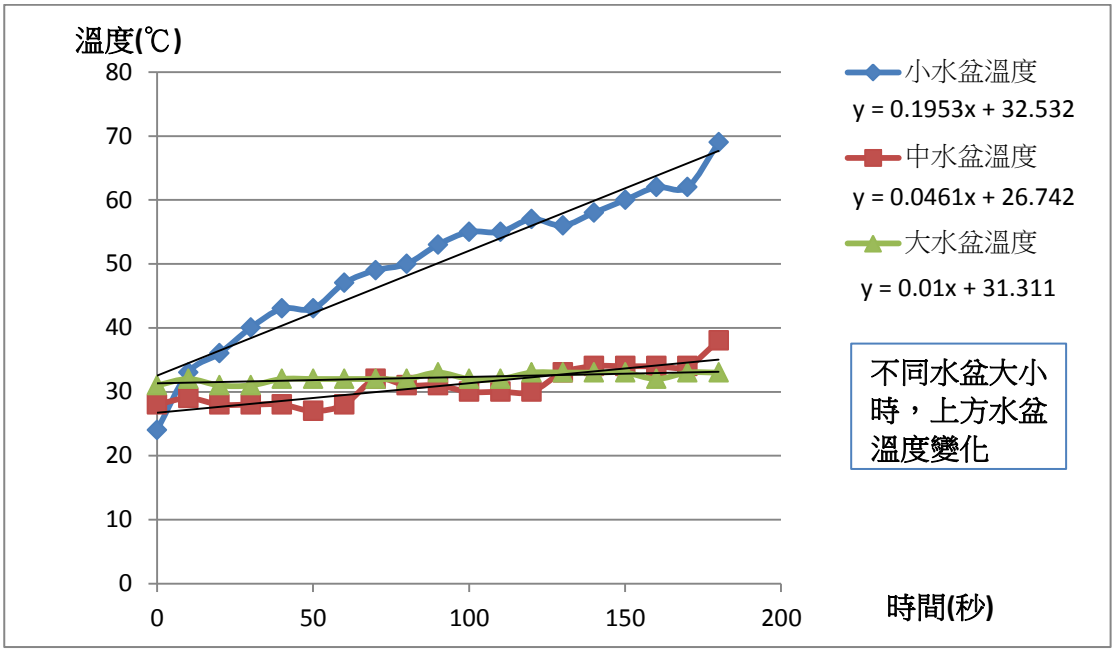






圖二十八 不同水盆大小與水溫的關係圖

由圖二十八可以發現，當上方為大水盆時，間歇泉噴發後(下方試管溫度達 100℃)，上方水溫回上升，但上(水盆)下(試管)水體仍有約 40~50℃的溫差，仍持續有間歇泉產生；上方為中水盆時，間歇泉噴發後，直到實驗結束前，水溫差距在 40℃內，此時一樣可產生間歇泉；可是上方為小水盆時，上下水體的溫差很快就縮小差距，溫差僅剩 30℃，而噴發出的溫泉無法停止下來。



圖二十九 不同水盆大小時，上方水盆的水溫變化

我們將第一次噴發後的上方水盆的溫度隨時間做出關係圖，發現大、中水盆的水溫隨時間的變化差距不大，但是小水盆時，水溫很明顯隨時間變化而上升。由斜率的關係更容易看出這個趨勢。推測，因為小水盆的水體較小，水盆的溫度很容易上升，而水盆溫度一旦上升後 ，無法使下方試管獲得足夠的冷水降溫，使間歇泉停止噴發，所以小水盆的情況就會造成間歇泉持續噴發的情況了。

七、文獻分析與探討(比較間歇泉的差異性)

我們查了相關資料，發現間歇泉要有以下兩個條件才容易形成。

1、能源：地殼運動比較活躍地區的熾熱的岩漿活動是間歇泉的能源，因而它隻能位于地表稍淺的地區。必須是在地殼運動比較活躍的地區，地下要有熾熱的岩漿活動，而且距地表又不能太深。

2、 供水系統：在這個天然鍋爐裏，要有一條深深的泉水通道。地下水在通道最下部被熾熱的岩漿烤熱，卻又受到通道上部高壓水柱的壓力，不能自由翻滾沸騰。狹窄的通道也限製了泉水上下的對流。這樣，通道下面的水就不斷的被加熱，不斷地積蓄力量，一直到水柱底部的蒸氣壓力超過水柱上部的壓力的時候，地下高溫、高壓的熱水和熱氣就把通道中的水全部頂出地表，造成強大的噴發。噴發以後，隨著水溫下降，壓力減低，噴發就會暫時停止，又積蓄力量準備下一次新的噴發。

查到的資料，與我們的實驗結果相符和。我們利用不同火源模擬能源，利用玻璃管模擬泉水通道，利用試管模擬供水系統，而水盆則是模擬湖水。

史托克間歇泉每隔 4-8 分鐘就會噴發一次，每次的高度 15-20 米不等，最高達 40 米。在深 23 米的地下，水溫約 120℃，但是卻不能到達沸點，當水到 16 米的深度時，部分水溫高於沸點，壓力的減小會允許更多的水到達沸點並且從下往上一點點的推進，最終導致大量的熱水噴湧而出。我們在管長為 90cm 時，也發現部分下方試管溫度超過 100℃，到達 102 才湧出間歇泉。

蒸氣船間歇泉的噴發水柱高達 116 公尺，其間歇時間卻長達 4 天 ~ 50 年之久。

圓錐形間歇泉(Cone Geyser)：平均一天可以有兩次的噴發 (10-12 小時一次)，高度可達 27 公尺高，每次噴發時間可長達 20 分鐘。

波胡圖間歇噴泉每天約噴發 10～25 次，噴射可持續 40 分鐘，沸水柱達 30 米高；有時隔幾分鐘便噴射一次，有時則要隔幾個月

上噴泉盆地(Upper Geyser Basin)的大間歇泉(Grand Geyser)是目前已知可預測時間的間歇泉中噴發高度最高的一個，可達 60 公尺並維持 9-12 分鐘，約 7-15 小時才噴一次。

老忠實間歇泉的噴發高度可達 32～56 公尺，持續 1.5 至 5 分鐘，平均高度是 44 公尺。

若是我們可以查到更多這些間歇泉的資料，再將實驗更精細的完成，利用比率的概念分析，或許也有機會能預測間歇泉的噴發間隔及噴發持續時間。

伍、結論

一、 由實驗一得知，噴發時間隨著玻璃管管長增長而縮短；管長愈長，對下方試管所造成的水壓愈大，水不容易連續 噴發，而會斷斷續續噴發的間歇泉；下方試管內的水沸騰的情況也與噴出間歇泉的狀態一致

二、 由實驗二得知，加熱源提供的熱量愈大，間歇泉的噴發間隔愈短、噴發時間愈長、下方試管的無水空間愈大。

三、 由實驗三得知，試管的內直徑愈細，間歇泉噴發間隔變短、噴發的時間也跟著下降。

四、 由實驗四得知，當水深愈深，間歇泉噴發間隔將增加

五、 由實驗五得知，水盆愈小，溫度上升愈快，會造成泉水連續噴發的情況。

陸、參考文獻

一. 郭重吉等編著(民國 107 年)，自然與生活科技三上 5-1 水的分布與水資源，南一出版。

二. 郭重吉等編著(民國 107 年)，自然與生活科技三上 第六章 地球的構造與變動，南一出版。

三. 沃克編著(西元 2000 年),物理馬戲團 P.80 間歇泉，天下文化出版

四. 老忠實間歇泉 維基百科 2018/12/28 取自 https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%80%81%E5%BF%A0%E5%AF%A6%E9%96%93%E6%AD%87%E6%B3%89

五. 間歇泉 華人百科 2018/12/28 取自 https://www.itsfun.com.tw/%E9%96%93%E6%AD%87%E6%B3%89/wiki-7417385-8254265