

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

第三名

081509

關鍵氣泡～沸騰現象與氣體溫度計的研究

學校名稱：臺北縣板橋市埔墘國民小學

作者： 小六 柯映竹 小六 江品萱 小六 林柏聿	指導老師： 柯文賢 林慶生
-----------------------------------	---------------------

關鍵詞：沸騰氣泡 氣體溫度計

關鍵氣泡---沸騰現象與氣體溫度計的研究

摘要

本研究在探討水的沸騰現象，觀察水加熱時氣泡的大小變化、上升的速率及路徑、不同氣壓下的沸騰溫度等，並試圖以強制氣泡的大小和冒泡的頻率來測量水溫，最後發現容積固定的燈泡球內，氣體熱脹冷縮的體積、壓力都隨著溫度而成比例變化，因而成功的自製一個燈泡玻璃球氣體溫度計和微溫度計，準確又實用。

一、研究動機：

上自然課時，老師指導我們觀察水蒸氣遇冷凝結成小水滴的現象，當我們剛用燒杯把水加熱時，看到由杯底和杯壁冒出一顆顆的小氣泡，而沸騰時冒升的氣泡又大又急促，大家都被這一幕精彩的變化深深吸引，當然腦中也充滿許多的疑問，激起我們想一探究竟的衝動，於是就在老師指導下展開本研究。

二、研究目的：

- (一)探討水的沸騰現象，沸騰氣泡的變化。
- (二)探討是否能以強制氣泡的大小和冒泡的頻率來測量水溫？
- (三)探討空氣熱脹冷縮的體積、壓力變化是否和溫度成比例關係？
- (四)自製燈泡玻璃球氣體(微)溫度計。

三、研究器材及設備：

瓦斯爐、平板加熱器、數位攝影機、照相機、影像處理軟體(繪聲繪影 8.0 版)、電腦、燒杯、電子溫度計、投影機、放大鏡、碼錶、塑膠管、橡膠膜、塑膠瓶、黏著劑、注射針筒、錐形瓶、方形壓克力容器、L 型玻璃管、打氣馬達、電加熱棒、透明片、刻度滴管、活栓、矽膠管、大小燈泡、耐熱膠、冰塊、鹽、酒精、壓克力管、藍墨水、尺、毛細管、酒精溫度計、試管。

四、研究過程與方法：

(一)水的沸騰現象觀察

實驗 1：水加熱時氣泡量與氣泡大小的變化

方法：

- (1)將燒杯裝水用瓦斯爐加熱至沸騰。
- (2)用數位攝影機拍攝不同水溫下氣泡生成的過程。
- (3)用影像處理軟體，擷取不同水溫時的影像，比較氣泡量的變化。

實驗 2：水沸騰時氣泡上升的大小變化

方法：

- (1)將沸騰的水以平板加熱器加熱，拍攝擷取氣泡上升的影像。
- (2)用慢速定格播放(1/30 秒一張)的方式，選取列印指定氣泡上升過程中的所有影像。

實驗 3：水加熱時，氣泡上升的速率及路徑變化

方法：

- (1)擷取實驗 1 的影像，比較不同水溫時，氣泡冒出及上升的速率。
- (2)用慢速快門拍攝氣泡上升時的拖曳影像，分析氣泡上升的路徑。

(二)沸騰氣泡為何不是圓球形的？

方法：

- (1)擷取沸騰氣泡剛由杯底表面形成和浮升水中的影像，觀察氣泡的形狀。
- (2)用注射針筒、塑膠管、橡膠膜、塑膠瓶等材料，自製簡易水壓計，比較水中不同深度的水壓大小。

(三)水位高低不同，加熱時的沸騰氣泡有何差異？

方法：

- (1)用簡易水壓計，測量不同水位高低時，容器底部和貼近水面處的水壓大小。
- (2)將燒杯分裝不等量的水，加熱至沸騰，用(一)實驗 2 方法，比較氣泡的變化。

(四)水溫未達沸點所形成的氣泡和全面沸騰 100°C 的氣泡有何不同？

方法：

同(一)實驗 2 的方法，拍攝水溫 98°C 和 100°C 以上的氣泡做比較分析。

(五)為何大氣泡上升速率快，小氣泡上升速率慢？

方法：

- (1)用大小塑膠容器各 2 個，貼上繃緊程度相同的塑膠膜，並將底部相接。
- (2)側面各穿 2 孔，接上塑膠管連接至針筒 U 型管，即完成大小氣泡壓力差浮力計。
- (3)用凸透鏡放大碼錶時間數字，同時將碼錶與上升的大小氣泡用 DV 拍攝，同(一)實驗 2 方法，計算大小氣泡上升至相同指定高度所花的時間。

(六)不同氣壓下，水的沸騰溫度有何不同？

方法：

- (1)用分支錐型瓶裝水 200ml 加熱至沸騰，用針筒將空氣打入瓶中，觀察沸騰氣泡冒升情形。

(2)停止加熱，當水溫下降後，用針筒抽氣降低氣壓，比較不同水溫時，再出現沸騰氣泡的抽氣量。

(七)強制氣泡的大小變化可以測量水溫嗎？

方法：

(1)在方型壓克力容器側面接近底部處穿孔插入 L 型玻璃管，連接固定壓力的打氣馬達。

(2)在容器底部裝置電加熱棒，調整水溫。

(3)用電腦繪製列印 2mm×2mm 的小正方形方格，再影印至透明片上，貼在容器外表層。

(4)裝水 15 公分高，並由底部 L 管打入氣泡，用 DV 拍攝，計算不同水溫時，氣泡上升至相同高度的面積大小。

(八)強制氣泡冒泡的頻率可以測量水溫嗎？

方法：

(1)在 4×4×20cm 的方型壓克力容器側面近底部穿孔插入 L 型玻璃管，並連接固定壓力的打氣馬達。

(2)固定裝水的深度 12cm，調配不同的水溫，用碼錶測量強制氣泡冒升 10 顆所需的時間，每種水溫測量 5 次求平均。

(九)容積固定的空氣，可以測量溫度嗎？

1. 氣體熱脹冷縮的體積變化與溫度的關係

方法：

(1)將刻度滴管固定在塑膠容器上方，滴管上端連接進氣活栓和長矽膠管。

(2)用針筒抽水上升到適當高度，並關閉活栓，使水位不會下降。

(3)將燈泡頭剪開，用耐熱膠黏接接頭並與膠管相接，打開活栓將燈泡埋入 0°C 的碎冰中 30 秒後取出，立刻放入不同溫度的水或碎冰(加鹽)中。

(4)用排水集氣法，測量燈泡內氣體受熱膨脹的體積量。用水位上升法，測量氣體冷縮的體積量，各測量 3 次求平均值。

2. 氣體熱脹冷縮的壓力變化與溫度的關係

方法：

(1)用壓克力管、矽膠管、進氣活栓製作一個玻璃球氣體壓力差測量器。

(2)管中裝入飽和食鹽水並染色，左管固定並連接浸泡 0°C 碎冰的燈泡，打開左管上方活栓，調整左右兩管在相同水位高度，做上記號，關閉活栓。

(3)將燈泡浸泡不同溫度的水(冰)，測量時上下移動壓力計右管，使左管液面高度回到原記號點，以保持燈泡內氣體體積不變。

(4)用尺測量左右兩管的液面高度差，測量 3 次求平均值。右管高出的水位越高，表示氣體膨脹的壓力越大；左管高出的水位越高，表示氣體冷縮，燈泡內的壓力越小。

(十) 燈泡玻璃球氣體溫度計的製作

方法：

- (1)由(九)1.2.得知，氣體的體積和壓力會隨溫度而成比例變化，因此我們利用氣體熱脹冷縮的原理，用燈泡、壓克力管等材料，自製一個玻璃球氣體溫度計。
- (2)將燈泡浸入 0°C 碎冰中，塞緊左管橡膠塞，待水柱穩定，在液面做上記號，此刻度就是 0°C 的位置。
- (3)調配不同水溫(或碎冰加鹽)，將燈泡浸入不同溫度的水(冰)中，分別做上記號。
- (4)測量不同水溫下，左右管液柱上升後與 0°C 的液面差。

(十一) 燈泡玻璃球氣體微溫度計的製作與應用

方法：

- (1)將(十)氣體溫度計的左管改用毛細管，使氣體熱脹冷縮時，液柱的升降更明顯。
- (2)將錐形瓶裝水加熱，連接導管至試管中，把試管放在冷水中冷卻，用氣體微溫度計測量蒸氣冷凝成水的放熱反應。
- (3)用衛生紙沾酒精，包在燈泡上，測量酒精揮發時的吸熱反應。

五、研究結果：

(一)水的沸騰現象觀察

實驗 1：水加熱時氣泡量與氣泡大小的變化

- 1.水加熱時在 50~70°C 左右，先在玻璃杯底和杯壁形成小氣泡附著，當繼續加熱，氣泡會慢慢膨脹而脫離上升。
- 2.溫度越高時，氣泡數量越多，水溫 90°C 左右，開始出現大量的小氣泡向上浮升。水溫升至 97.5°C 以上，氣泡明顯開始變大。
- 3.到達沸點 100°C 的氣泡，沸騰時間越久，小氣泡越少，幾乎都是較大的氣泡。

實驗 2：水沸騰時氣泡上升的大小變化

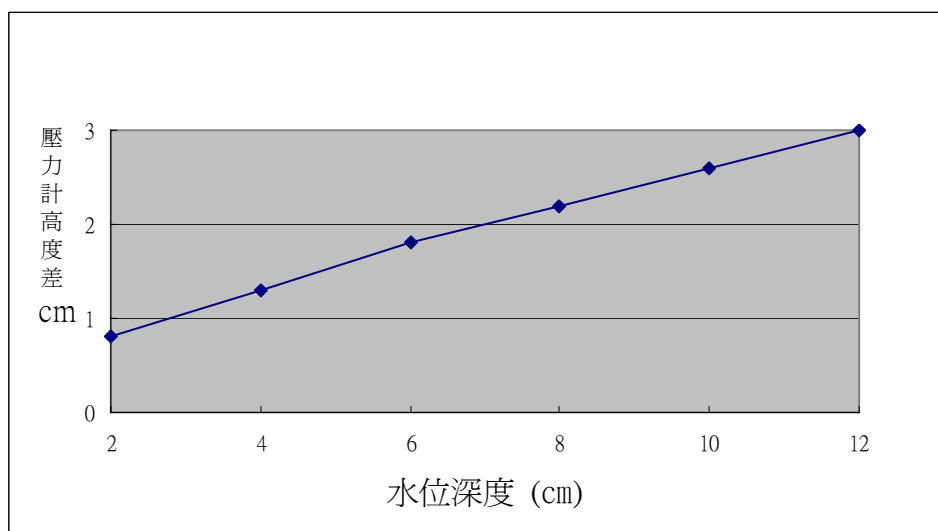
沸騰氣泡越接近容器底部越小，氣泡慢慢浮升，體積也逐漸增大，貼近水面時體積膨脹到最大，最後衝破水面而消失。

實驗 3：水加熱時，氣泡上升的速率及路徑變化

- (1)水溫越低，小氣泡上升緩慢；水溫越高，大氣泡上升越快速，尤其 99°C 以上的沸騰氣泡，上升最急促。(詳如視訊檔)
- (2)氣泡上升時推動水的擠壓流動，造成壓力不平均，氣泡會選擇往壓力較弱的方向浮升，所以並非直線上升，且每一氣泡上升的路徑都不相同。

(二)沸騰氣泡為何不是圓球形的？

水位深度(cm)	2	4	6	8	10	12
壓力計高度差(cm)	0.8	1.3	1.8	2.2	2.6	3.0



1. 壓力計離水面越深，兩管液面差越大，壓力越大。
2. 壓力計越貼近水面，兩管液面差越小，壓力越小。

1. 由簡易水壓計測量得知，水深度越深，壓力越大，而相同的水位，壓力也就相同。
2. 底層氣泡形成時，側壓 $A_1 >$ 上壓 B_1 ，氣泡四周壓力不相等，所以不是圓球形。加上氣泡受熱膨脹，當氣泡膨脹到向上的浮力超越 B_1 時，氣泡就上浮。
3. 浮升中的氣泡，因受到上壓 B_2 的阻擋和沸騰時水流不穩定，加上底壓 $C_2 >$ 側壓 A_2 ，所以在浮升過程中，大都呈現上下扁左右寬的不規則扁橢圓形狀。

(三) 水位高低不同，加熱時的沸騰氣泡有何差異？

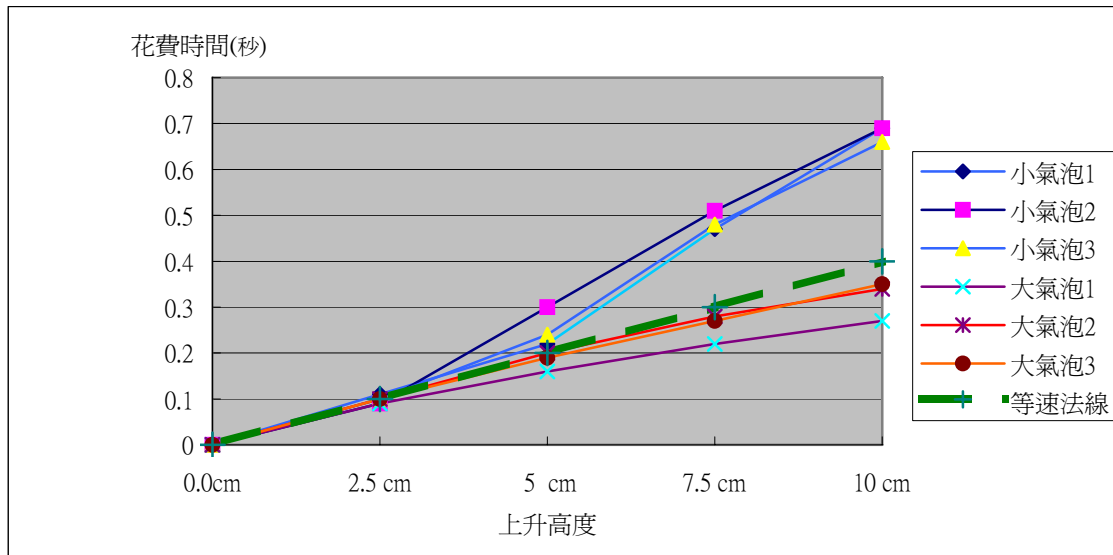
1. 水位低水壓小，底層氣泡較大，水位高水壓大，底層氣泡小。
2. 氣泡浮升到貼近水面處，水壓相等，沸騰氣泡大小很接近。
3. 水位低，底層水壓小，水位高，底層水壓大。
4. 水位高低不同，貼近水面處水壓仍相等。

(四) 水溫未達沸點所形成的氣泡和全面沸騰 100°C 的氣泡有何不同？

1. 當杯底溫度剛達 100°C 時，在杯底形成的氣泡逐漸膨脹長大而脫離上升，但在上升的過程中，因上層的水溫較低，氣泡會被冷凝成水，所以越往上升，氣泡並沒有因水壓減小而變大，反而變得越小。
2. 氣泡凝結成水會放出熱能，加上水的對流，最後使整杯水均勻沸騰，氣泡就會如(一)實驗 2 中的上升氣泡一樣，越往上升氣泡越大。

(五)為何大氣泡上升速率快，小氣泡上升速率慢？

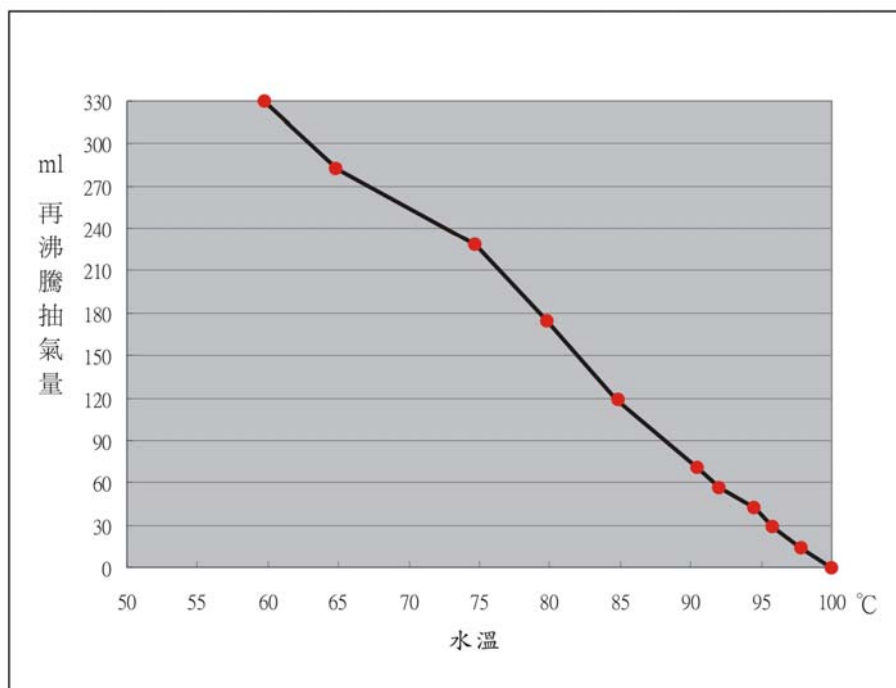
- 1.測壓瓶上下壓力差，即水對測壓瓶產生的浮力。
- 2.小氣泡上下壓力差小，浮力小，上升慢；大氣泡上下壓力差大，浮力大，上升快。
- 3.氣泡上升中，如果大小完全不變，則氣泡不論在容器底部或上層時的上下壓力差都相同，所受的浮力也就相同。



- 1.實際上氣泡並非等速上升，水溫未全面沸騰的小氣泡，在底層形成時，氣泡大，上升快，隨後很快被冷凝縮小，速率就變慢了，上升速率變化很大，向等速法線左上方偏離。
- 2.沸騰大氣泡由底層一路由小變大浮升，速率也由慢漸快，尤其快到上層時，水壓小，上升速率更快，向等速法線的右下方偏離。

(六)不同氣壓下，水的沸騰溫度有何不同？

水溫 $^{\circ}\text{C}$	100	98.3	96.4	94.0	92.7	90.6	85.0	80.1	74.6	64.6	59.5
再沸騰 抽氣量(ml)	0	15	30	40	55	75	120	175	225	280	330



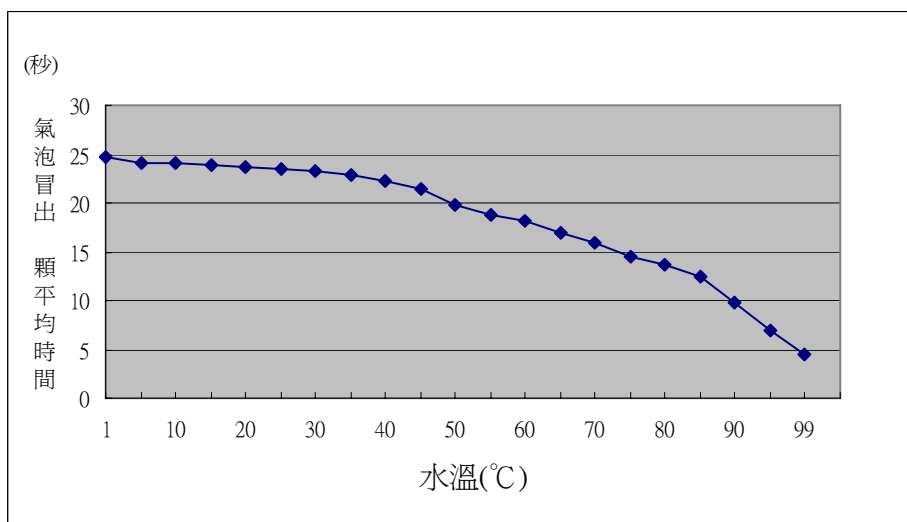
- 1.在一大氣壓下，水的沸點是 100°C ，當水溫下降，用針筒抽氣，可以降低氣壓，使低於 100°C 的熱水再度出現沸騰氣泡。
- 2.水溫越低，再沸騰的氣壓越低，抽氣量越多。在水溫 60°C 以下還能出現沸騰氣泡。
3. 100°C 以上的沸水，用針筒打入空氣，增大氣壓時，沸騰氣泡立即消失，停止沸騰，需要更高的溫度，才可能出現沸騰氣泡。

(七)強制氣泡的大小變化可以測量水溫嗎？

- 1.強制氣泡打入水中，會因水溫增高而有變大的趨勢，但並不很明顯，和(一)實驗 1 水加熱時的氣泡大小變化相似，要到接近沸騰時(90 幾度)才有明顯變大的現象。
- 2.因在中低溫時，氣泡大小變化不明顯且會翻轉變形，所以用強制氣泡的大小來測量水溫並不適宜，但能判斷水溫是否已接近沸騰溫度。

(八)強制氣泡冒泡的頻率可以測量水溫嗎？

水溫℃	冒泡 10 顆時間(秒)					平均時間(秒)
	1	2	3	4	5	
99	4.53	4.48	4.52	4.44	4.55	4.50
95	7.12	7.09	6.86	6.99	7.14	7.04
90	9.91	9.81	9.90	9.79	9.78	9.84
85	12.48	12.56	12.64	12.66	12.43	12.55
80	13.68	13.78	13.73	13.64	13.84	13.73
75	14.56	14.42	14.57	14.67	14.36	14.52
70	15.89	15.92	16.09	16.01	16.13	16.01
65	16.81	16.89	17.12	17.06	17.12	16.94
60	18.12	18.18	18.25	18.17	18.23	18.21
55	18.89	18.75	18.87	18.69	18.72	18.78
50	19.84	19.96	19.86	19.84	19.92	19.88
45	21.37	21.42	21.26	21.48	21.28	21.36
40	22.18	22.36	22.24	22.33	22.31	22.30
35	22.76	22.77	22.84	22.86	22.72	22.79
30	23.14	23.31	23.18	23.12	23.24	23.19
25	23.51	23.58	23.41	23.40	23.48	23.48
20	23.77	23.94	23.68	23.50	23.58	23.69
15	24.02	23.82	24.12	23.81	24.06	23.97
10	24.00	24.1	24.16	23.80	24.24	24.06
5	24.31	24.26	24.10	24.02	24.18	24.17
1	24.69	24.73	24.63	24.86	24.95	24.77



- 1.強制氣泡冒出的頻率會隨著水溫的增高而變快。低溫時氣泡冷縮，冒出的頻率變慢；高溫時氣泡膨脹，很快脫離出氣口，冒出頻率快。
- 2.水溫 40℃ 以下，強制氣泡冒升頻率變化較平緩，冒泡平均時間差距較小，水溫判定較不精準；40℃ 以上氣泡冒升頻率變化較大，水溫判定較明顯精準。
- 3.有穩定的固定壓力打氣裝置和更精準的時間測量，一定可以藉由打入強制氣泡冒出的頻率來測量水溫。

(九)容積固定的空氣可以測量溫度嗎？

1.氣體熱脹冷縮的體積變化與溫度的關係

燈泡內空氣熱脹冷縮的體積變化記錄表(空氣體積=0℃時體積 + 氣體膨脹體積 - 氣體冷縮體積)

空氣體積 cm ³ 燈泡大小	溫度	-10℃	-5℃	0℃	10℃	20℃	30℃	40℃	50℃	60℃	70℃	80℃	90℃	100℃
燈泡甲 (容積 49 cc)		47.15	48.15	49.0	50.7	52.4	54.15	56.1	57.75	59.5	61.4	63.05	65.1	67.15
燈泡乙 (容積 32 cc)		30.8	31.3	32.0	33.2	34.5	35.5	36.45	37.6	38.8	40.2	41.4	42.5	43.5
燈泡丙 (容積 10 cc)		9.7	9.85	10.0	10.25	10.6	10.8	11.25	11.55	11.9	12.35	12.6	13.1	13.45

- 1.當壓力維持一定時，溫度越高，氣體膨脹的體積也越多；溫度越低，氣體冷縮的體積也越多。
- 2.當氣體升降相同的溫度時，體積膨脹或冷縮的比例都一樣。

2.氣體熱脹冷縮的壓力變化與溫度的關係

【+表示右管液柱高，-表示左管液柱高】

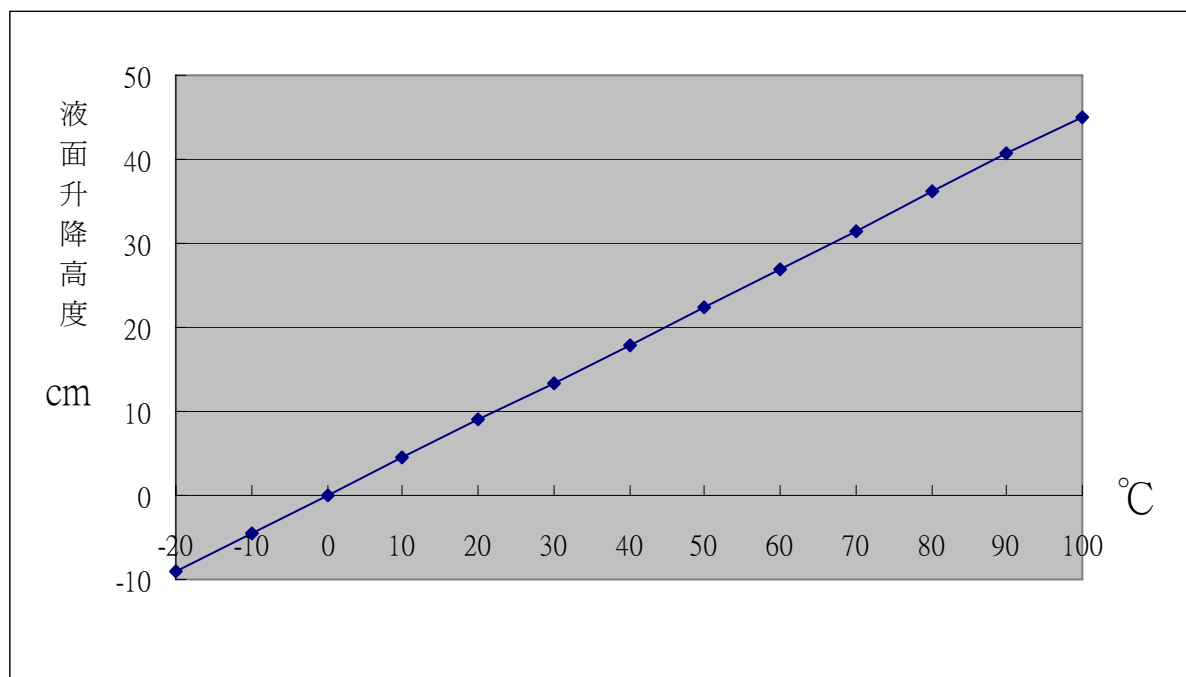
液面高度差 cm 燈泡大小	溫度	-10℃	-5℃	0℃	5℃	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃	35℃	40℃	45℃	50℃
燈泡甲 (容積 49 cc)		-18.4	-9.5	0.0	9.3	18.5	27.8	37.5	46.3	56.0	65.2	74.4	83.5	92.7
燈泡乙 (容積 32 cc)		-16.75	-8.3	0.0	8.5	16.4	24.6	33.8	43.0	52.0	61.0	69.3	77.2	86.0
燈泡丙 (容積 10 cc)		-7.2	-3.7	0.0	3.5	7.1	10.3	13.5	16.7	20.1	23.4	26.9	30.3	33.9

1. 氣體的體積一定(溫度 0°C)，當溫度升高時，燈泡內氣體壓力等於 1 大氣壓加上右管高出原記號的液柱壓力；當溫度降低時，燈泡內氣體壓力等於 1 大氣壓減去左管高出右管液面的液柱壓力。
2. 容積固定的氣體，壓力隨著溫度而成比例變化，溫度越高，壓力越大。

(十) 燈泡玻璃球氣體溫度計的製作

液柱高度變化記錄表【+表示右管液柱上升與 0°C 的液面差，-表示左管液柱上升與 0°C 的液面差】

溫度 °C	-20°C	-10°C	-5°C	0°C	10°C	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C	70°C	80°C	90°C	100°C
液柱 高度 變化 cm	-9.0	-4.5	-2.2	0.0	+4.5	+9.0	+13.4	+17.9	+22.3	+26.8	+31.4	+36.1	+40.7	+45.1



1. 燈泡玻璃球對熱的傳導靈敏，溫度升降與管柱的液面升降高度成比例變化。
2. 溫度每升降 10°C，液柱也規律的約升降 4.5CM，再把刻度平均細分，製成一精密度比酒精溫度計高的氣體溫度計。

(十一) 燈泡玻璃球氣體微溫度計製作與應用

- 1.水蒸氣冷凝成水時，會放出熱量，燈泡球的氣體感應靈敏，毛細管中液柱明顯上升，而酒精溫度計液柱變化不明顯。
- 2.酒精揮發時，需吸收周圍熱量，氣體微溫度計中的毛細管液柱明顯下降，而酒精溫度計液柱變化不明顯。

六、討論：

(一)水加熱至沸騰時的現象觀察

- 1.水加熱時在杯底和杯壁的氣泡核受熱膨脹，形成小氣泡附著。繼續加熱，溫度越高，氣泡越多，小氣泡慢慢浮升。水溫達 97.5°C 以上，開始出現較大氣泡，達 100°C 的氣泡，幾乎都是大的氣泡。
 2. 100°C 的沸騰氣泡，越接近底部越小，貼近水面時氣泡膨脹到最大。
 - 3.水溫越高，氣泡上升速度越快。氣泡上升的路徑並非直線上升，而是往壓力較弱的方向浮升。
- (二)沸騰氣泡都不是圓球形的，浮升中的氣泡，四周圍的壓力並不相等，受到氣泡上方水的阻擋壓力，加上氣泡底部水壓大於側壓，氣泡大部分呈現不規則扁橢圓形狀。
- (三)水位越高，底層剛形成的沸騰氣泡較小；水位越低，底層剛形成的沸騰氣泡較大。但氣泡浮升至貼近水面處，因水壓相等，氣泡的大小也相差不多。
- (四)上層水溫未達沸點時，氣泡在上升過程中，一部分會被冷凝成水，越往上升反而變得越小。全面沸騰的氣泡則越往上升水壓越小，氣泡體積越大。
- (五)1.小氣泡上下壓力差小，浮力小，上升慢；大氣泡上下壓力差大，浮力大，上升快。
2.氣泡並非等速上升，未全面沸騰的氣泡，是先快後慢，偏離等速法線的角度大；而全面沸騰的大氣泡則一路加速上升，越貼近水面，水壓越小，氣泡體積越大，上升更快速。
- (六)一大氣壓下，水的沸點是 100°C ，用針筒打氣加壓，沸騰氣泡會消失，沸點提高。水溫未達 100°C 時，用針筒抽氣降壓，可以再出現沸騰氣泡，水溫越低，再沸騰的氣壓也要越低。
- (七)用強制氣泡打入水中的大小變化來測溫並不適宜，因氣泡大小變化不夠明顯，且會翻轉變形，要到接近沸騰時，才有明顯變大現象。
- (八)以固定壓力打入強制氣泡，可以藉由氣泡冒出的頻率來測溫。水溫低時氣泡冷縮，冒出的頻率慢；水溫高時，氣泡膨脹，冒出的頻率快。
- (九)容積固定的空氣，體積與壓力會隨著溫度而成比例變化，可以藉由定量空氣的體積與壓力變化來測量溫度。
- 1.由(九)-1 得知，氣體壓力一定時，溫度越高，氣體膨脹的體積也越多。氣體升降相同的溫度，體積膨脹或冷縮的比例也相同。
 - 2.由(九)-2 得知，容積固定的定量氣體，溫度越高，壓力越大。氣體壓力隨著溫度升降而增減的比例都一樣。
- (十)燈泡玻璃球對熱的傳導靈敏，溫度升降與管柱的液面升降高度成比例變化，可以精確的測量溫度。

(十一)將燈泡氣體溫度計的管柱改成毛細管，可以精確的測量細微的溫度變化。例如蒸氣冷凝成水時會放出熱量，使毛細管中液柱很快的明顯上升；酒精揮發時的吸熱現象，也很快使氣體微溫度計中的液柱明顯下降，非常實用。

七、結論：

(一)本研究原想藉由沸騰氣泡的觀察，歸納找出可以測量水溫的氣泡特性，從觀察結果中找到許多明顯易見，卻常常被忽視的沸騰冒泡現象，雖然這些現象還不能準確應用在測溫上，但卻引起我們對後續氣體測溫研究的靈感。總結以沸騰氣泡測溫的重要發現是：

- 1.沸騰氣泡量越多，水溫越高；氣泡量越少，水溫越低。
- 2.水溫越高，沸騰氣泡體積有變大的趨勢，但 97.5°C 以上才會出現沸騰大氣泡。
- 3.水溫越高，沸騰氣泡上升速率越快；水溫越低，氣泡上升速率越緩慢。
- 4.水溫已達沸點 100°C 的沸騰氣泡，上升時是由小漸大的，上升速率由慢漸快(平均速率是急促的)。
- 5.水溫未全面沸騰時，氣泡上升過程中會由大變小，上升速率由快變慢，接近水面時又加快上升。
- 6.沸騰氣泡在接近沸騰和 100°C 時變化比較明顯，中低溫的正確溫度較難精準判定。
- 7.不同氣壓下，水的沸點不同，氣壓小，沸點低，要從沸騰氣泡判定水溫，需考慮氣壓的因素。
- 8.沸騰氣泡大都呈現不規則扁橢圓形，上升路徑也沒有規律性，無法從氣泡的形狀與上升路徑判定水溫。

(二)以強制氣泡的大小變化來測溫並不明顯，要接近高溫，氣泡上升到一定高度才有明顯變大的現象。以強制氣泡冒出的頻率來測溫是較可行的，氣泡冒出的頻率會隨著水溫的升高而變快，不同的水溫，氣泡冒出的頻率都有一些差距。但較細微的水溫變化，測量上可能會有誤差，比較困難。

(三)由溫度對沸騰氣泡的大小變化及強制氣泡冒升頻率的影響，我們推想氣體的體積、壓力變化一定和溫度有關。於是我們藉由燈泡玻璃球對溫度的靈敏反應，以排水集氣法和水位上升法，找出定量的空氣會隨著溫度的升降，其體積也會增減相同比例的規律性。以移動壓力計右管，將左管液面推回原記號點，計算液面高度差的方法，確定了空氣壓力隨溫度而比例變化的規律性。

(四)以定量空氣的體積與壓力變化來測溫的方法準確度高，我們成功的利用燈泡玻璃球製成雙管式氣體溫度計和微溫度計，比一般酒精溫度計更精密。

八、參考資料：

- 1.自然與生活科技牛頓版第五冊第三單元奇妙的水 P50~58
- 2.自然與生活科技牛頓版第六冊第一單元物質與熱.P4~21.
- 3.科學發展 2005 年 5 月，389 期 P64~67.
- 4.<http://www.pep.com.cn/200305/ca200055.htm>
- 5.<http://che.cycu.edu.tw/jamnet/course/c6.htm>
- 6.<http://content.edu.tw/senior/chemistry/tp-sc/content1/number1/3/3-8.htm>
- 7.<http://content.edu.tw/senior/chemistry/tp-sc/content1/number1/4/4-1.htm>
- 8.<http://163.23.211.30/laboratory/chemdemo/84/8424006/在減壓下沸騰.htm>

【評 語】 081509 關鍵氣泡～沸騰現象與氣體溫度計的研究

1. 量測，分析仔細，研究精神佳。
2. 探究內容及程度頗佳。唯對其中的物理探討，可再加強