

# 對抗壓力-探討不同大氣壓力下的現象

## 摘要：

人類對太空的探索愈來愈頻繁，因為人類總有一天得離開地球，每個行星都有不同的大氣壓力，人類必須適應不同的氣壓。我們發現大氣壓力愈高，水的沸點變得愈高，凝固點卻愈低。水在比較高的氣壓下蒸發得較慢，乾冰的昇華也比較慢，但冰的融化卻較快。比較高壓的環境下吹出的風較強，比較帶得動沙土。短時間突然的高壓會壓縮物體體積，而短時間突然的低壓則擴展體積。火星的平均氣溫比地球低，很多地方的氣溫應該可以輕易的凝固水，而火星的氣壓低，保持固態冰比保持液態水容易，若有沙土、岩層覆蓋隔熱，更能保持固態的水冰。

## 壹、研究動機

今年八月，好奇號探測船將登陸火星，火星氣壓很小，科學家一直想探測了解火星表面是否有不同型態的水。而金星的氣壓很大，若有水又可能是怎樣的情況呢？六上自然第一單元天氣的變化，老師曾用針筒和橡皮擦呈現氣壓變小，水的沸點跟著變低的有趣現象，我們想研究大氣壓力如何影響大自然的現象。

## 貳、研究目的

- 一、設計發展氣壓變化實驗裝置
- 二、探討不同大氣壓力下的三態變化
- 三、探討不同大氣壓力下的物理現象
- 四、初探火星的低壓環境比較可能存在哪種型態的水

## 參、研究設備及器材

吸塵器、礦泉水瓶、保鮮膜、打氣筒、水管快速接頭、汽水瓶、針筒、橡皮擦、廣口瓶、瓶塞、塑膠管、單向閥、三通接管、水管膠帶、氣球、吹氣玩具、U型玻璃管、沙拉油、小量杯、冰箱、乾冰、冰塊、保麗龍塊、分貝計、木條、馬達小風扇、風車、PowerDVD軟體、沙土

## 肆、研究過程及結果

### 研究目的一：設計發展氣壓變化實驗裝置

#### 研究一：設計製作氣壓變化實驗器

地球表面的大氣壓力約為一大氣壓，各地氣壓都接近，要實驗各種氣壓變化，就必須使用密閉容器，因此我們嘗試選擇組合合適的實驗器。

#### 嘗試一：吸塵器與5公升大礦泉水瓶

- 一、材料：吸塵器、5公升大礦泉水瓶、保鮮膜
- 二、吸塵器吸氣口對準礦泉水瓶口，用保鮮膜加以纏繞密封，啟動吸塵器即可。（相片一）

優點：吸力強大快速。

缺點：1.無法控制吸氣量，礦泉水瓶被快速壓扁。(相片二)

2.只能吸氣、無法吹氣，吸塵器停止後，空氣又會流回。



相片一



相片二

### 嘗試二：打氣筒與汽水寶特瓶（水火箭）

一、材料：打氣筒、水管快速接頭、汽水寶特瓶

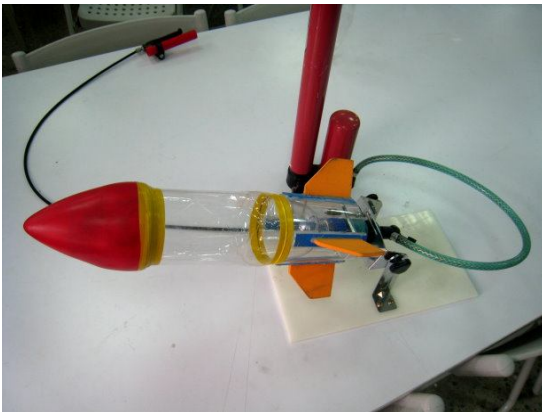
二、如水火箭般組裝，打氣筒打氣即可。(相片三、四)

優點：1.可以適當打氣，使寶特瓶內產生高壓環境。

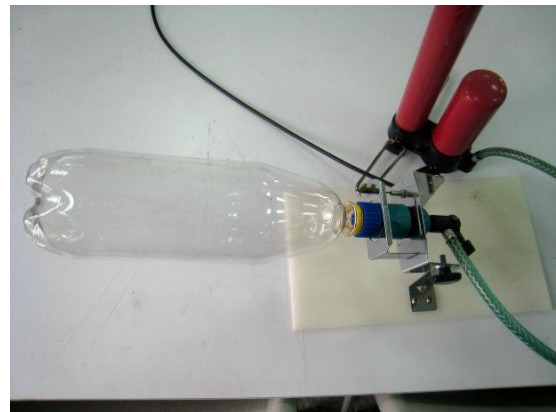
2.密合度佳、不會漏氣。

缺點：1.只能吹氣、無法吸氣，無法模擬低壓環境。

2.瓶口太小、無法放入實驗器具。



相片三



相片四

### 嘗試三：針筒與橡皮擦

一、材料：針筒、橡皮擦

二、將針筒注射口壓在橡皮擦上使其密合，適當的抽氣或打氣，即可模擬高低壓環境。(相片五、六)

優點：1.可以透過適當的抽氣、打氣模擬高低壓環境。

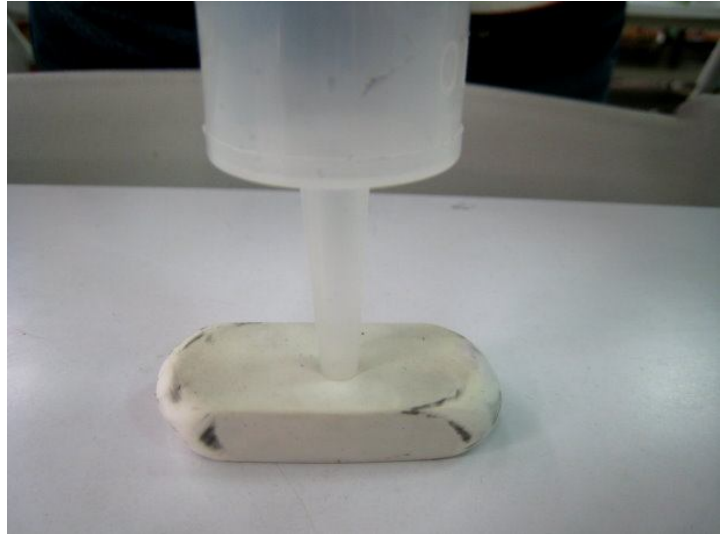
2.封閉性佳。

缺點：1.針筒空間太小，無法放入實驗器材。

2.手必須持續出力才能保持高低壓環境。



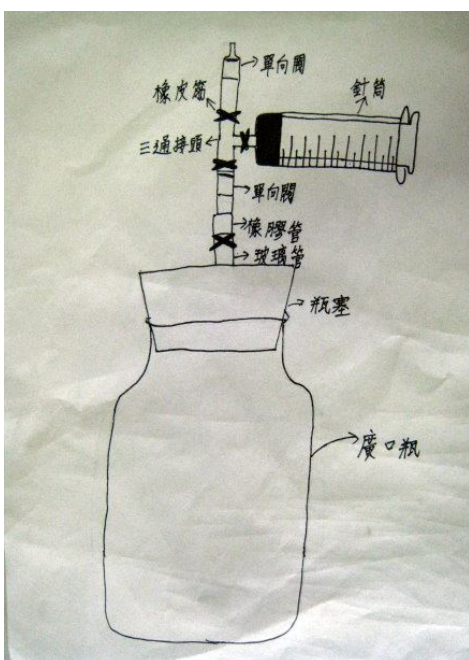
相片五



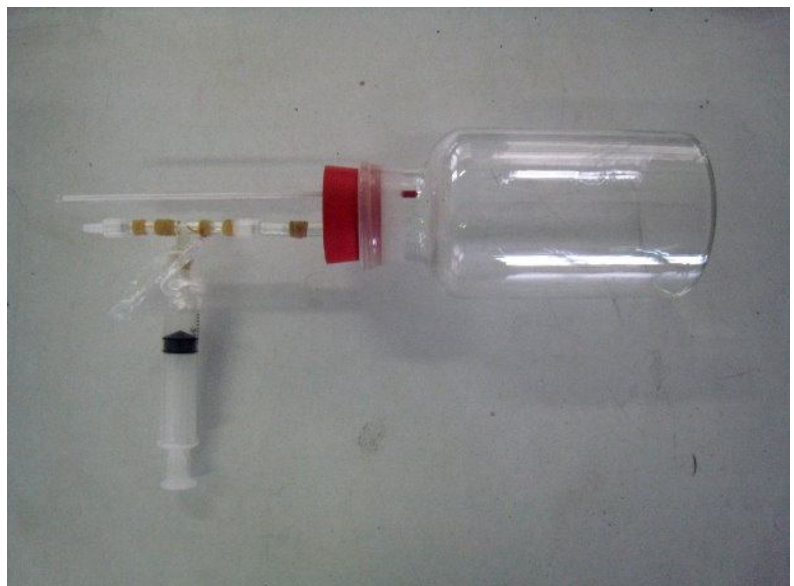
相片六

### 最終的設計

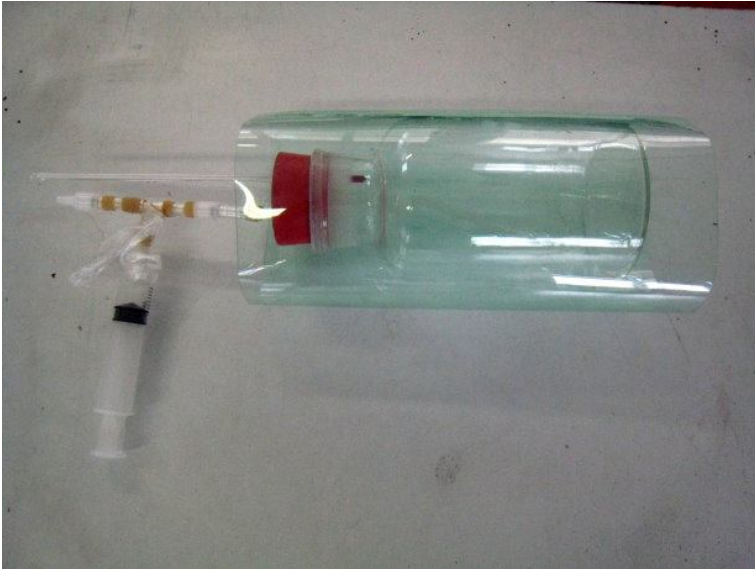
- 一、前面嘗試覺得針筒可以抽氣與打氣，我們就選擇做為進出氣裝置。
- 二、氣壓實驗要承受得了壓力差，也要兼顧安全，而我們又希望方便觀察，我們找了許多容器都不適合，老師幫我們詢問化工材料行。在安全優先的考慮下，我們的實驗設定的氣壓範圍在 2atm 至 1/3atm 之間，化工材料行認為可以使用 2.5L 的廣口瓶，廚房內很多鍋具也有利用強化玻璃做的。
- 三、不管抽氣或打氣都必須防止空氣回流，我們想起我們的發明展作品“火場逃生口罩”使用的“單向閥”，剛好可以應用在這個地方。
- 四、我們設計了氣壓變化實驗器，設計圖如圖一。
- 五、組裝完成，每個連接處用水管膠帶纏繞密封(相片七)，避免漏氣。另外為了避免瓶子碰撞，實驗時就再瓶子外圍套上一圈塑膠墊。(相片八)



圖一 實驗器設計圖



相片七



相片八

結果：

我們最終的設計可以順利進行氣壓變化的實驗。

### 研究二：設計氣壓測量器

本想找現成的氣壓計來測量氣壓變化，但學校沒有，購買的價錢也不便宜，且大都只能測高壓，無法測低壓，跟我們的實驗器組裝也有密合的問題，我們嘗試自行尋找合適的氣壓測量器。

#### 嘗試一：氣球

氣球吹出適當大小，吹氣口綁緊，放入實驗器內，觀察氣球隨氣壓大小變化的情形(相片八)

優點：能隨氣壓變化改變體積大小

缺點：無法測量體積變化大小與比例



相片八



相片九

#### 嘗試二：針筒

使用 2.5ml 針筒，筒身留著適當良空氣，注射口密封放入實驗器內，觀察注射器隨氣壓變化上下移動情形(相片九)

優點：注射器會隨氣壓變化上下移動

缺點：反應不夠敏銳常會卡住

### 嘗試三：吹氣玩具

利用硬塑膠管及吸管製成吹氣玩具(相片十)，密封住吹口，放入實驗室內觀察注射器隨氣壓變化伸長情形。

優點：吹氣玩具會隨氣壓變化伸長縮短。

缺點：反應不夠敏銳，長度變化不一準確測量



相片十



相片十一

### 嘗試四：U 型玻璃管

在 U 型玻璃管內注入適量沙拉油，然後密封住一邊開口，放入實驗器內，觀察沙拉油液面開降情形(相片十一)

優點：液面會隨氣壓變化敏銳開降

缺點：無更重大缺點

### 結果：

我們選擇 U 型玻璃管作為氣壓測量器。

## 研究三、比對氣壓測量計與實際大氣壓力

### 數學運算法

- 一、因為沒有標準氣壓計可以幫我們校對自製的氣壓測量器，我們記得老師教過，空氣擠縮氣壓比較大，空氣分散氣壓比較小。我們也查到資料，氣壓和體積成反比，因此我們用數學方式來計算可能的氣壓。
- 二、因為計算方式很像我們學過的濃度計算，打氣時就根據每次的打氣量擠壓到原有空間來計算，而抽氣時就是將相同的空氣增加到比較大的空間，再將針筒空間的氣排出。
- 三、因為針筒的容量是 60ml，我們設定要實驗的氣壓是 2atm、1atm、1/2atm、1/3atm，就讓打氣抽氣後，氣體與空間的體積比達到以上的比值就可以。
- 四、我們將打氣抽氣次數累積的空氣量紀錄於表一。

打氣						抽氣					
次數	當次打氣量	累計打氣量	次數	當次打氣量	累計打氣量	次數	當次抽氣量	累計抽氣量	次數	當次抽氣量	累計抽氣量
1	60	60	26	60	1560	1	58.59	58.59	26	32.39	1150.08
2	60	120	27	60	1620	2	57.22	115.81	27	31.63	1181.71
3	60	180	28	60	1680	3	55.88	171.69	28	30.89	1212.6
4	60	240	29	60	1740	4	54.57	226.26	29	30.16	1242.76
5	60	300	30	60	1800	5	53.29	279.55	30	29.45	1272.21
6	60	360	31	60	1860	6	52.04	331.59	31	28.76	1300.97
7	60	420	32	60	1920	7	50.82	382.41	32	28.09	1329.06
8	60	480	33	60	1980	8	49.63	432.04	33	27.43	1356.49
9	60	540	34	60	2040	9	48.47	480.51	34	26.79	1383.28
10	60	600	35	60	2100	10	47.33	527.84	35	26.16	1409.44
11	60	660	36	60	2160	11	46.22	574.06	36	25.55	1434.99
12	60	720	37	60	2220	12	45.14	619.20	37	24.95	1459.94
13	60	780	38	60	2280	13	44.08	663.28	38	24.35	1484.29
14	60	840	39	60	2340	14	43.05	706.33	39	23.78	1508.07
15	60	900	40	60	2400	15	42.04	748.37	40	23.22	1531.29
16	60	960	41	60	2460	16	41.05	789.42	41	22.68	1553.97
17	60	1020	42	60	2520	17	40.09	829.51	42	22.15	1576.12
18	60	1080				18	39.15	868.66	43	21.63	1597.75
19	60	1140				19	38.23	906.89	44	21.12	1618.87
20	60	1200				20	37.34	944.23	45	20.63	1639.50
21	60	1260				21	36.46	980.69	46	20.14	1659.64
22	60	1320				22	35.61	1016.30	47	19.67	1679.31
23	60	1380				23	34.27	1050.57	48	19.21	1698.52
24	60	1440				24	33.96	1084.53	49	18.76	1717.28
25	60	1500				25	33.16	1117.69	50	18.32	1735.60

從表一的運算發現，打氣 42 下可達到 2 大氣壓。而抽氣 30 下可達到 1/2 大氣壓，抽氣 47 下可達到 1/3 大氣壓。

### 水的沸點比對法

- 一、利用表一運算出來的打氣抽氣次數進行實驗，使形成高低氣壓不同環境，預計形成的氣壓是 3atm、2atm、1atm、1/2atm、1/3atm。
- 二、進行研究四的水沸點實驗，將測出的沸點與我們查出的資料互相比對(如表二)，再對照與氣壓比對是否符合。
- 三、若沸點不合，再進行打氣抽氣的次數的增減，使其能達到實驗所需的大氣壓。

氣壓(atm)	水沸騰溫度(°C)	氣壓(atm)	水沸騰溫度(°C)
0.006	0	0.197	60
0.023	20	0.467	80
0.042	30	1.000	100
0.073	40	1.959	120

### 結果：

1. 用數學運算法計算出打氣 42 下可達到 2 大氣壓，抽氣 30 下可達到 1/2 大氣壓，抽氣 47 下可達到 1/3 大氣壓。
2. 經過水的沸點比對法校正之後，以打氣 45 下可達到 2 大氣壓，沸點可到 120°C，抽氣 40 下達到 1/2 大氣壓，沸點可到 80°C，抽氣 65 下達到 1/3 大氣壓，沸點可到 70°C。
3. 在上列氣壓下觀察 U 型玻璃管中沙拉油液面位置，標示出相關刻度。

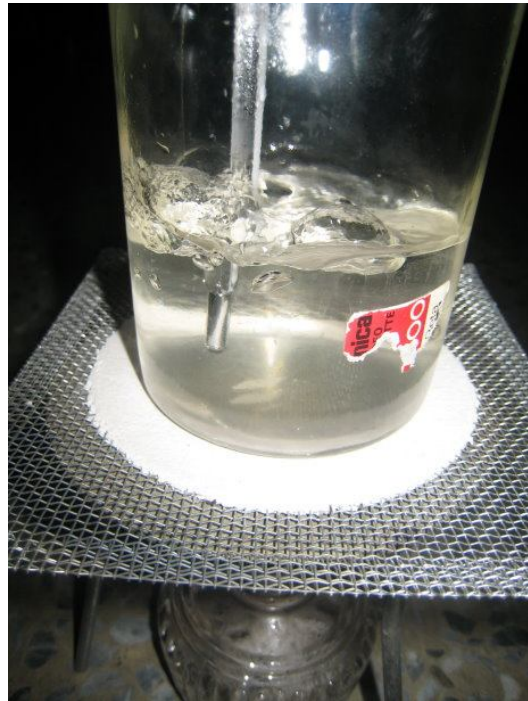
### 研究目的二：探討不同大氣壓力下的三態變化

#### 研究四、不同的大氣壓力是否會影響水沸點的高低

- 一、氣壓實驗器用 1L 的廣口瓶，瓶中各裝入 100 cc 的水。瓶中氣壓各為 2atm、1atm、1/2atm、1/3atm。
- 二、瓶塞鑽洞插入溫度計，然後在廣口瓶底加熱(相片十二)，等到水呈現沸騰狀態(相片十三)時觀察溫度，將結果記錄於表三，畫成統計圖如圖二。



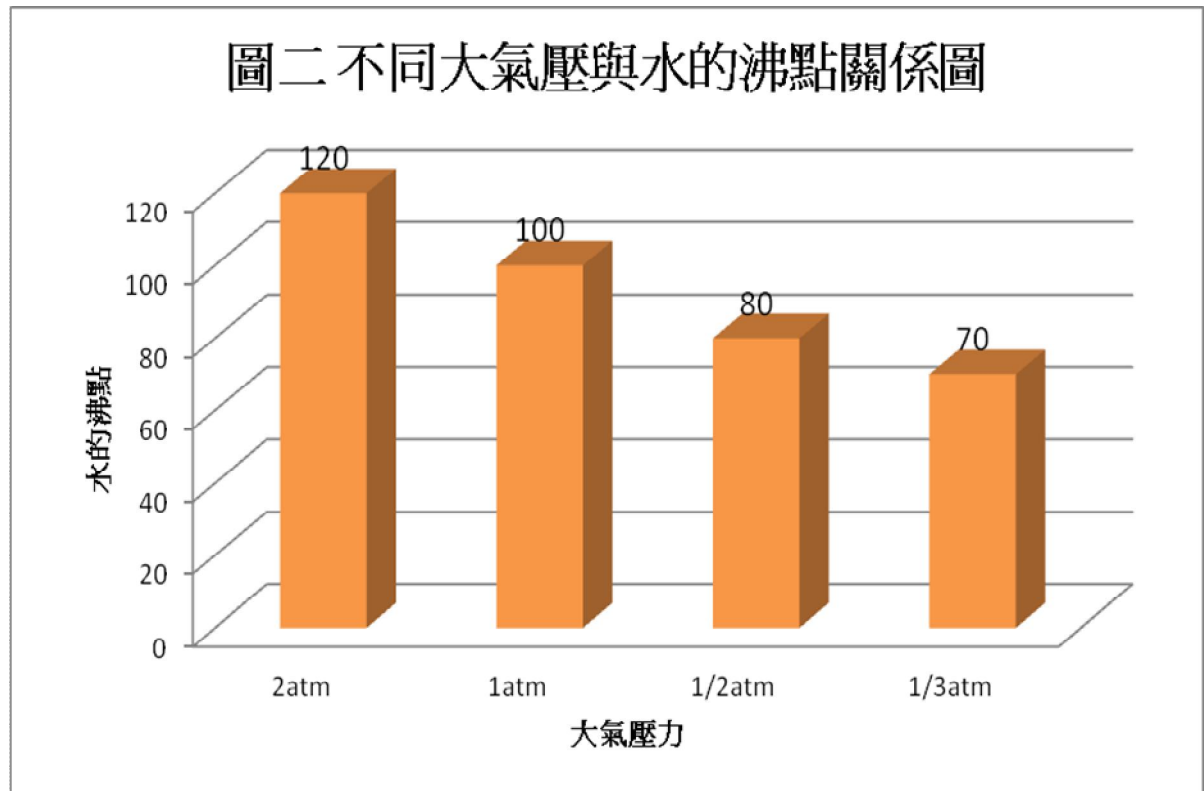
相片十二



相片十三

表三 不同氣壓與水的沸點關係記錄表				
	2atm	1atm	1/2atm	1/3atm
水沸騰溫度	120	100	80	70

圖二 不同大氣壓與水的沸點關係圖

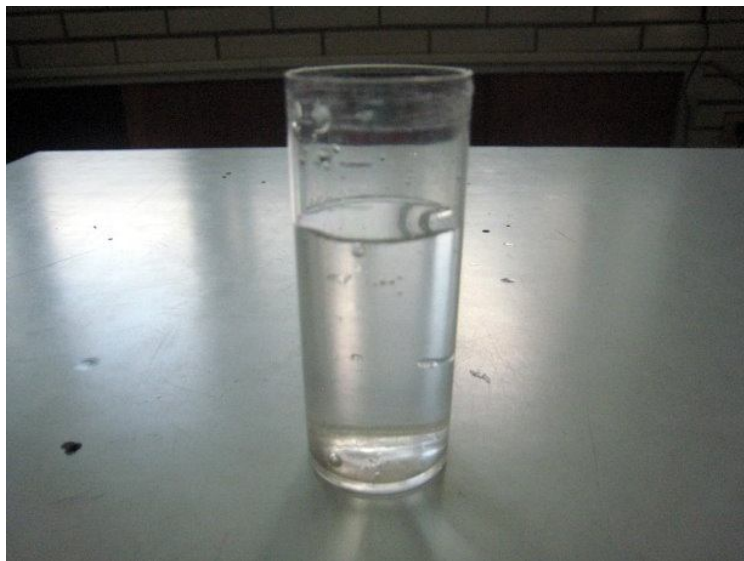


結果:

1. 氣壓愈高，水的沸點就愈高；氣壓愈低，水的沸點就愈低。
2. 隨著水的沸騰，氣壓也會呈現逐漸升高。

研究五、不同的大氣壓力是否會影響水蒸發的快慢

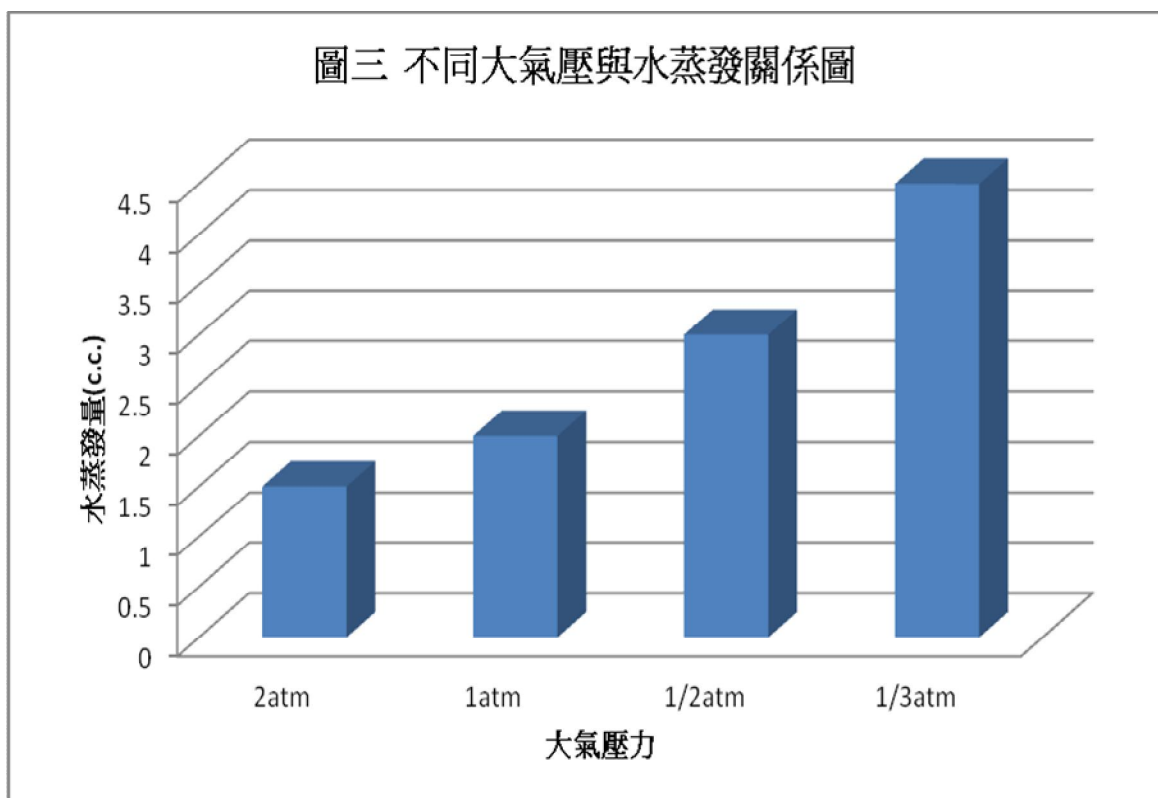
- 一、於 2atm、1atm、1/2atm、1/3atm 的廣口瓶內，各用小量杯放入 30c.c.的自來水。(相片十四)
- 二、每半小時觀察小量杯一次，共觀察十個小時，將結果紀錄於表四，畫成統計圖如圖三。



相片十四



	2atm	1atm	1/2atm	1/3atm
0.5 小時	0	0	0	0.5
1 小時	0	0	0	0.5
1.5 小時	0	0	0.5	0.5
2 小時	0	0.5	0.5	1.0
2.5 小時	0	0.5	0.5	1.0
3 小時	0.5	0.5	1.0	1.0
3.5 小時	0.5	0.5	1.0	1.5
4 小時	0.5	1.0	1.0	1.5
4.5 小時	0.5	1.0	1.5	1.5
5 小時	0.5	1.0	1.5	2
5.5 小時	0.5	1.0	1.5	2
6 小時	1.0	1.0	1.5	2.5
6.5 小時	1.0	1.5	2	2.5
7 小時	1.0	1.5	2	2.5
7.5 小時	1.0	1.5	2	3
8 小時	1.0	1.5	2	3
8.5 小時	1.0	2.0	2.5	3.5
9 小時	1.5	2.0	2.5	4
9.5 小時	1.5	2.0	3.0	4
10 小時	1.5	2.0	3.0	4.5



### 結果:

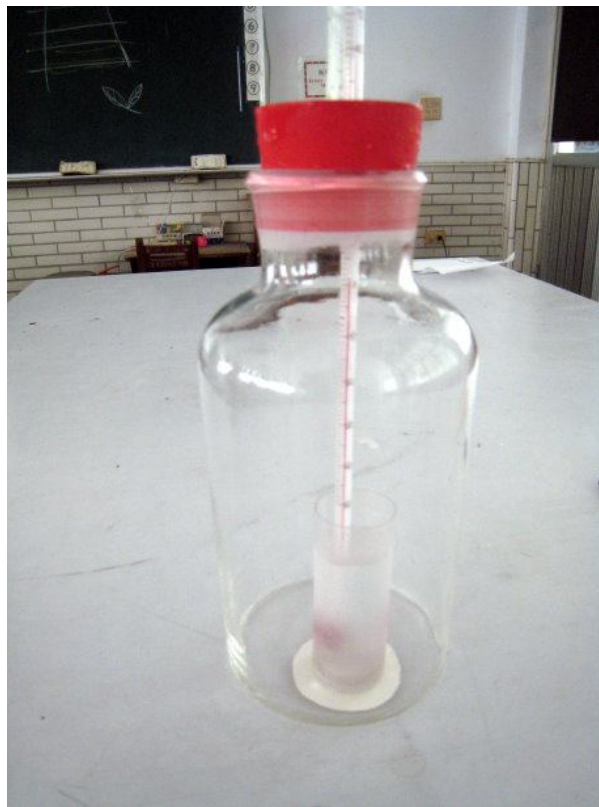
1. 氣壓愈大，水蒸發的愈慢，總蒸發量也愈少；氣壓愈小，水蒸發的愈快，總蒸發量也愈多。
2. 1atm 以下的氣壓，會隨水蒸發而升高氣壓，所以必須常抽氣調整適當氣壓。
3. 低壓環境下，量筒的水剛開始會產生很多泡泡，最後只剩下量筒底部的泡泡會留下聚集起來。(相片十五)



相片十五

### 研究六、不同的大氣壓力是否會影響水凝固的快慢

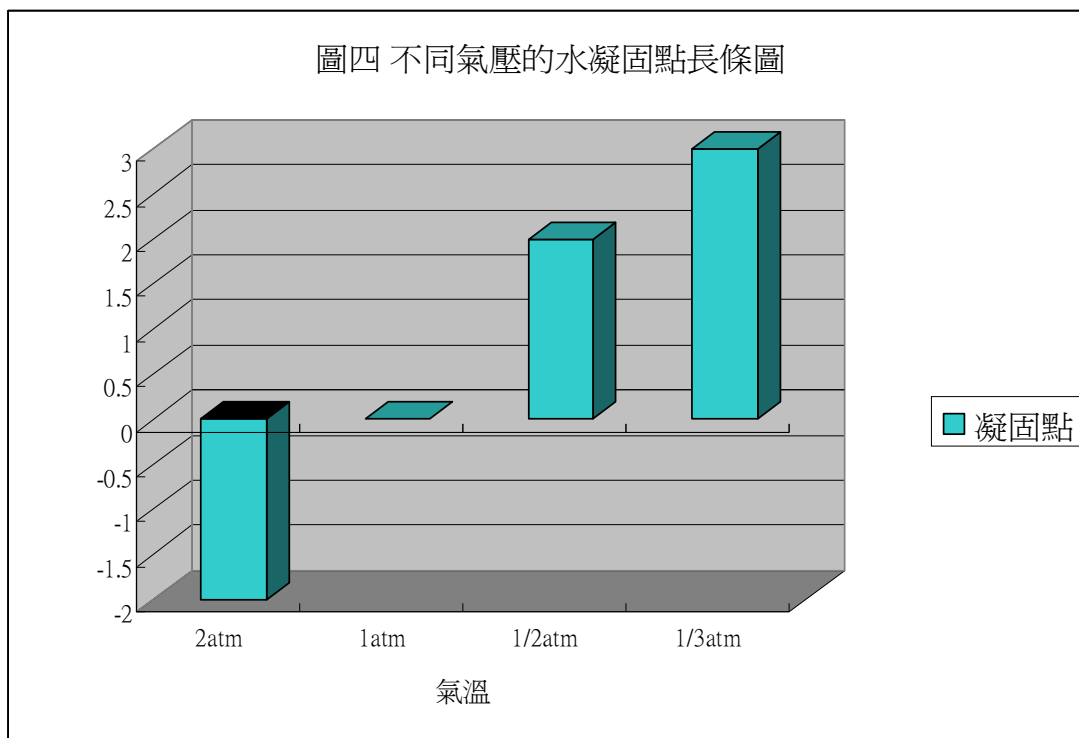
- 一、在 2atm、1atm、1/2atm、1/3atm 大氣壓力下的實驗器內各放入 100 cc 的水，瓶子插入溫度計。(相片十六)



相片十六

二、將實驗器放入冰箱冷凍庫中，觀察水開始凝固時的溫度，結果記錄於表五，畫成統計圖如圖四。

	2atm	1atm	1/2atm	1/3atm
凝固點	-2°C	0°C	2°C	3°C



結果:

1. 氣壓愈高，水開始凝固的溫度愈低；氣壓愈低，水開始凝固的溫度就愈高。
2. 1atm 以下氣壓結出的冰，中央是白色，旁邊是透明；但 2atm 結出的冰，則出現白霧狀，中央較白。(相片十七)

### 研究七、不同的大氣壓力是否會影響冰融化的快慢

- 一、利用量筒測量 30ml 的水放於紙杯內，共結冰四杯，結冰後，撕開紙杯，將冰塊放置於 2atm、1atm、1/2atm、1/3atm 等氣壓的廣口瓶內，觀察冰塊溶化的快慢。(相片十八)



相片十八

**結果:**

冰塊溶化快慢的順序依序為 2atm、1atm、1/2atm、1/3atm。所以氣壓愈高，冰融化得愈快；氣壓愈低，冰融化得愈慢。

**研究八、不同的大氣壓力是否會影響乾冰昇華的快慢**

- 一、在 2atm、1atm、1/2atm、1/3atm 大氣壓力下的實驗器內各放入 100 克重的乾冰，乾冰吊於彈簧秤下，觀察於不同氣壓下乾冰的重量變化情形。(相片十九、相片二十)
- 二、共觀察 40 分鐘，將結果記錄於表八，畫成統計圖如圖六。

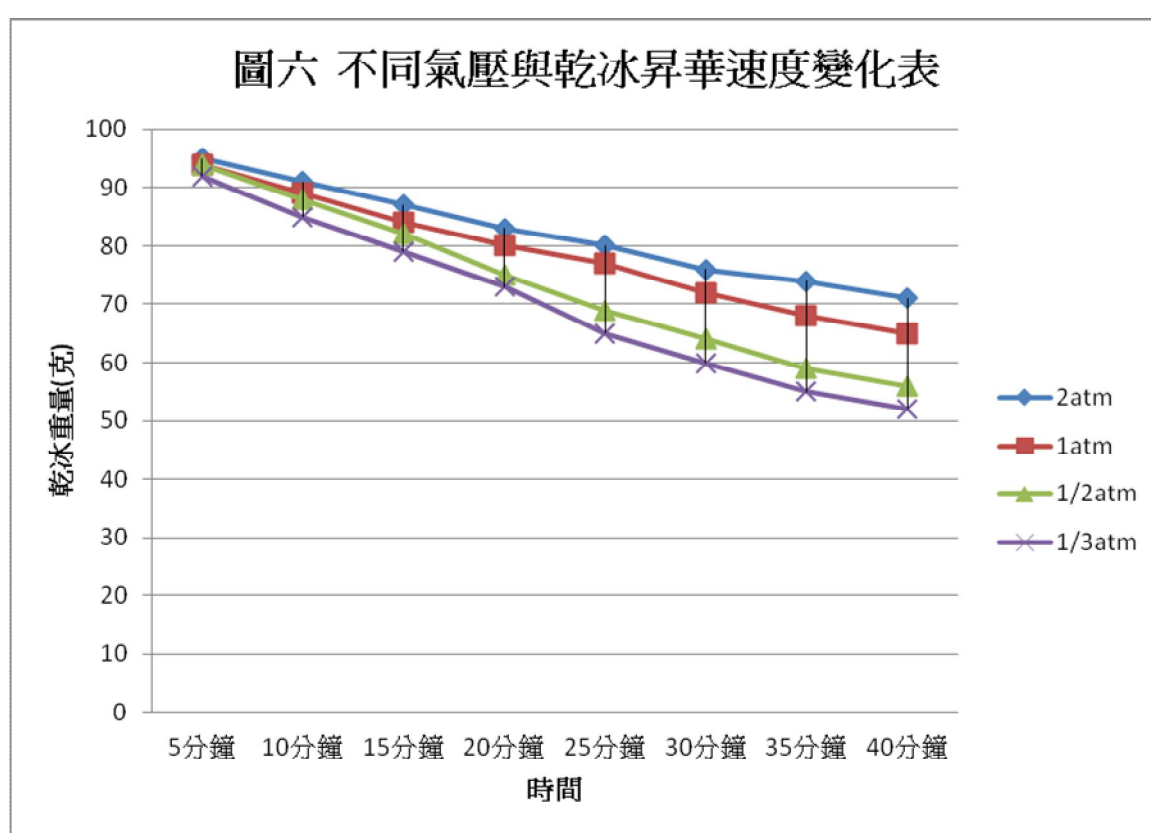


相片十九



相片二十

	2atm	1atm	1/2atm	1/3atm
5 分鐘	95	94	94	92
10 分鐘	91	89	88	85
15 分鐘	87	84	82	79
20 分鐘	83	80	75	73
25 分鐘	80	77	69	65
30 分鐘	76	72	64	60
35 分鐘	74	68	59	55
40 分鐘	71	65	56	52



### 結果:

氣壓愈高，乾冰昇華的愈慢；氣壓愈低，乾冰昇華的速度愈快。

### 研究九、不同的大氣壓力是否會影響氣溫的變化

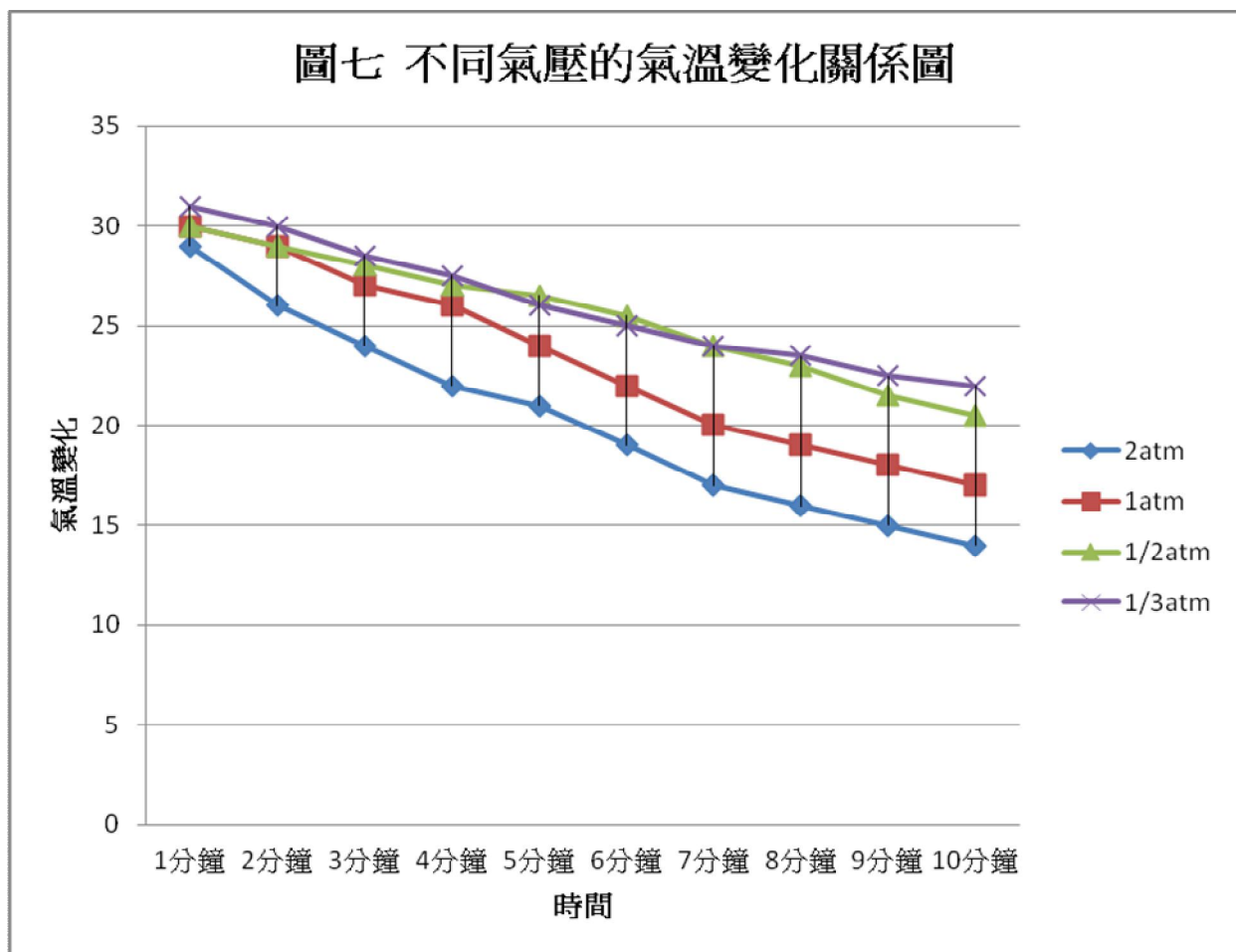
- 一、將 2atm、1atm、1/2atm、1/3atm 的實驗器放入裝滿冰塊的水桶中，每 1 分鐘觀察一次，紀錄氣溫變化的情形，共觀察 10 分鐘。(相片二一)



相片二一

二、將觀察結果記錄於表九，畫出統計圖如圖七。

表九 不同氣壓與氣溫變化情形記錄表				室溫 32°C	冰水 4°C
	2atm	1atm	1/2atm	1/3atm	
1 分鐘	29	30	30	31	
2 分鐘	26	29	29	30	
3 分鐘	24	27	28	28.5	
4 分鐘	22	26	27	27.5	
5 分鐘	21	24	26.5	26	
6 分鐘	19	22	25.5	25	
7 分鐘	17	20	24	24	
8 分鐘	16	19	23	23.5	
9 分鐘	15	18	21.5	22.5	
10 分鐘	14	17	20.5	22	



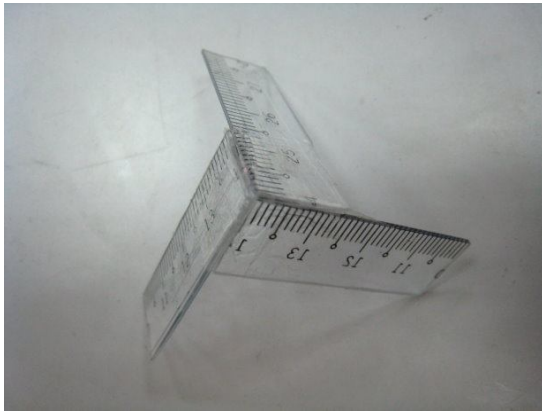
**結果:**

氣壓愈高，氣溫變化的幅度愈大也愈快；氣壓愈低，氣溫變化的幅度愈小也愈慢。

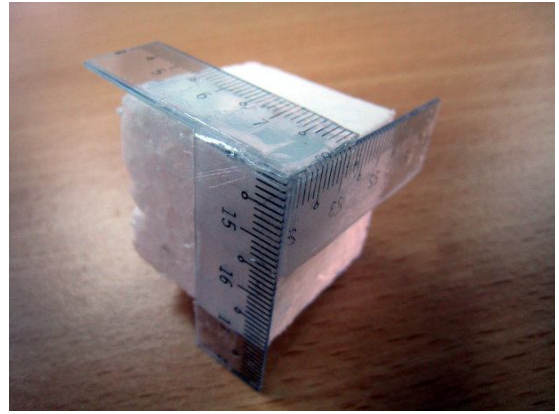
### [研究目的三:探討不同大氣壓力下的物理現象

#### 研究十、不同氣壓變化對物體體積的影響

- 一、我們看過 Discovery 頻道的一個研究南極節目，把保麗龍杯放入深海中，保麗龍杯竟變得很迷你，我們想探究氣壓變化會不會影響物體體積。
- 二、裁出 3 cm×3 cm×3 cm 的保麗龍塊，放入實驗器內，分別打氣、抽氣使形成 2atm、1atm、1/2atm、1/3atm 的氣壓環境，觀察保麗龍塊體積變化情形。
- 三、因為保麗龍塊體積必須再瓶子內觀察，無法拿出來，所以我們設計了一個可以同時量正方體或長方體的三個邊的尺(相片二二)，將保麗龍塊的一小角黏上，就可以觀察三個邊的長度變化(相片二三)，乘起來就知道體積有多大了。
- 四、將結果紀錄於表十，統計圖如圖八。



相片二二

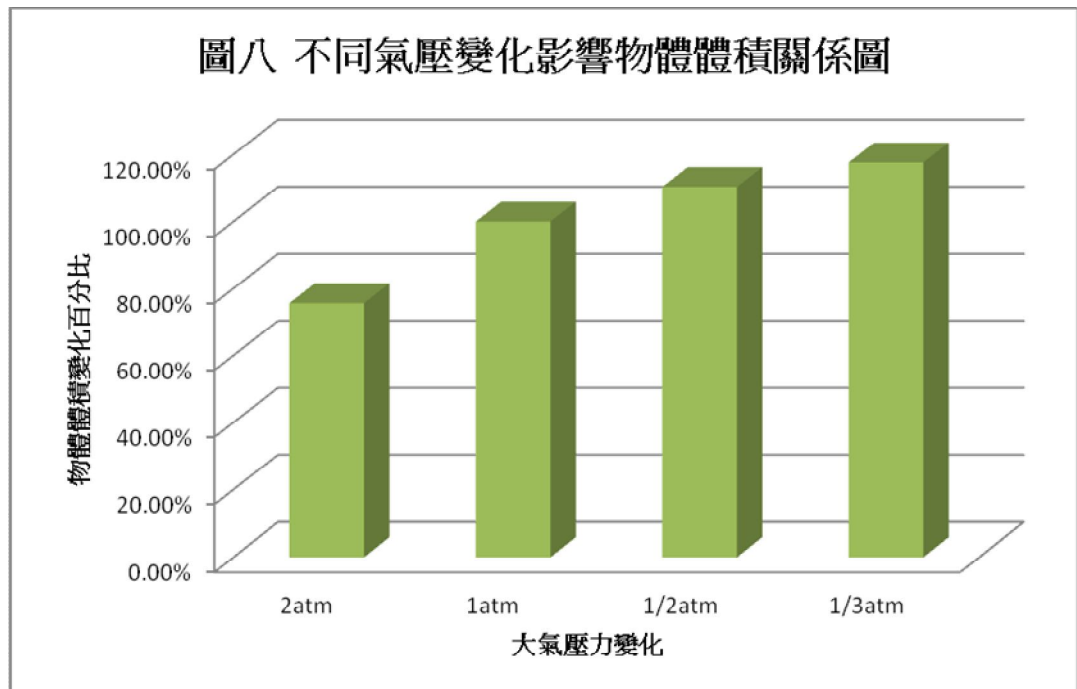


相片二三

表十 不同氣壓變化對物體體積影響記錄表

	2atm	1atm	1/2atm	1/3atm
體積改變百分比	75.6%	100%	110.3%	117.6%

圖八 不同氣壓變化影響物體體積關係圖



**結果:**

1. 氣壓變大，物體會受擠壓，保麗龍塊體積為原本的 75.6%。
2. 氣壓變小，物體會擴展，保麗龍塊體積最大變為原本的 117.6%。

**研究十一、不同氣壓下對聲音傳播程度的影響**

- 一、將鬧鈴響的鬧鐘分別放入不同氣壓的實驗器內，用分貝計在實驗瓶外 3cm 的地方測音量。(相片二四)
- 二、將結果記錄於表十一，畫出統計圖如圖九。

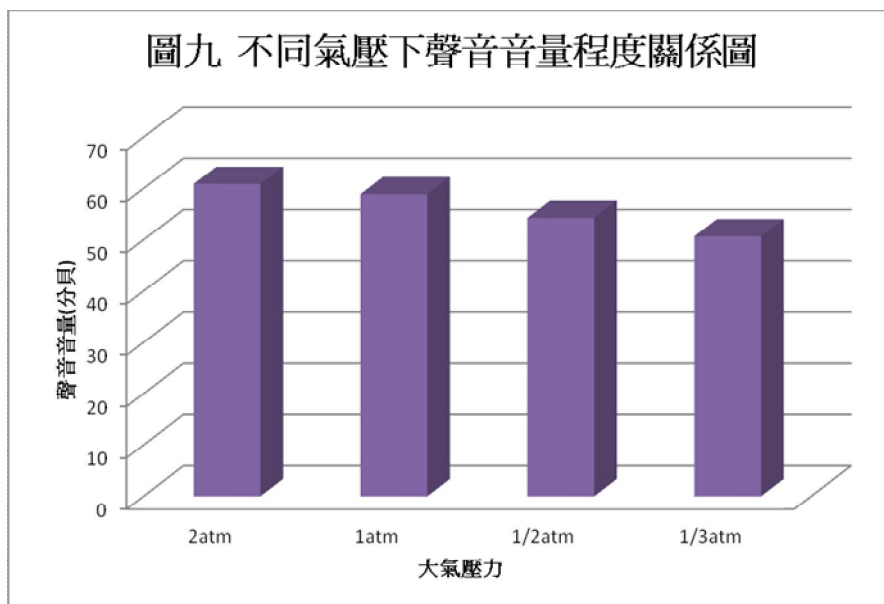




相片二四

表十一 不同氣壓下聲音音量大小記錄表

	2atm	1atm	1/2atm	1/3atm
聲音音量	60.9	58.9	54.3	50.7



結果:

氣壓愈高，測出的音量愈大，傳遞聲音的效果較佳；氣壓愈低，測出的音量愈小，傳遞聲音的效果較差。

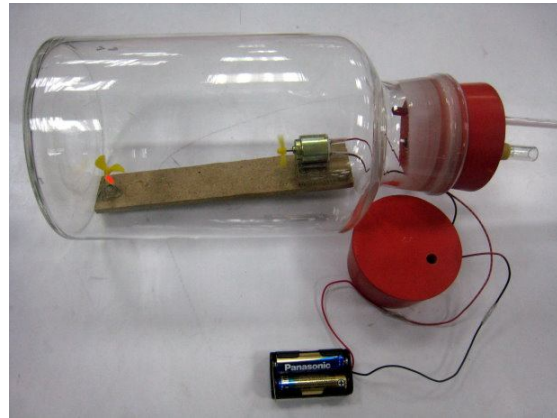
### 研究十二、不同氣壓下對風力大小的影響

- 一、在長 21cm 的木條上，一端固定馬達小風扇，一端固定小風車，使其距離保持固定，小風車為白色，在某一扇葉塗上紅色。
- 二、將其放入氣壓實驗器內，電源放置於瓶外，電源啓動後，用錄影機錄製小風車

轉動情形。(相片二五、相片二六)



相片二五

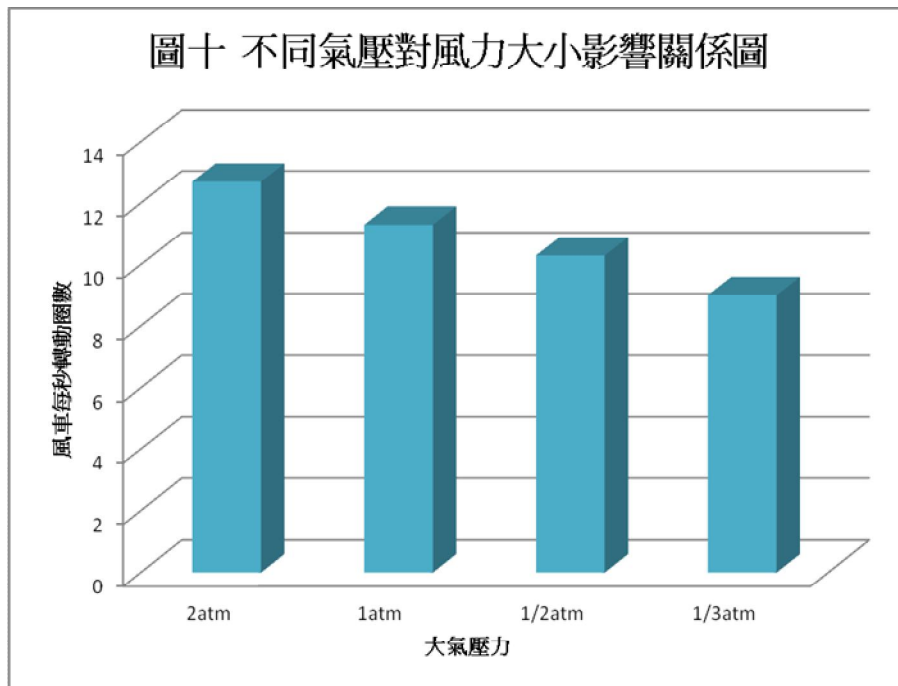


相片二六

三、使用 PowerDVD 軟體計算，1 秒鐘的影片會跳動 30 張的圖片，每跳動一張為 1/30 秒，計算一秒鐘紅色扇葉轉動圈數。

四、比較不同氣壓的小風車轉動圈數，結果記錄於表十二，統計圖如圖十。

	2atm	1atm	1/2atm	1/3atm
風車圈數	12.7	11.3	10.3	9.0



結果:

1. 氣壓愈大，風車轉動的愈快，代表小馬達風扇吹出的風力愈強。
2. 氣壓愈小，風車轉動的愈慢，代表小馬達風扇吹出的風力愈弱。

研究目的四：初探火星的低壓環境比較可能存在哪種型態的水

研究十三、分析火星基本資料與實驗比對

火星基本資料(摘錄自維基百科)

火星半徑約是地球的一半，體積為 15%，質量為 11%，表面積相當於地球陸地面積，密度則比其他三顆類地行星還要小很多。以半徑、質量、表面重力來說，火星約介於地球和月球中間：火星半徑約為月球的兩倍、地球的一半，質量約為月球九倍、地球的九分之一，表面重力約為月球的 2.5 倍、地球的 2.5 分之 1。雖然火星的氣候類似地球，包括季節和週期性的冰河期，也有重要的差異，如沒有液態水。火星大氣層的大氣標高大約是 11 公里，比地球高 60%。

火星平均溫度的在許多報告中都不同，常見的值是 $-55^{\circ}\text{C}$ 。表面溫度根據海盜號軌道器的紅外線熱測量器量測資料得知，最高溫可達 $27^{\circ}\text{C}$ ，最低溫則是冬季冰冠的 $-143^{\circ}\text{C}$ [17]。海盜號登陸艇量測的溫度則在 $-17.2^{\circ}\text{C}$ 到 $-107^{\circ}\text{C}$ 之間。

火星大氣層主要由二氧化碳組成，平均表面氣壓大約 600Pa，遠低於地球的 101,000 Pa。雖然火星上的溫度可達到冰點以上 ( $0^{\circ}\text{C}$ )，液態水在整個火星上無法穩定存在。

結果:

維基百科的資料指出，火星是一顆低溫且低壓的星球，平均氣溫遠低於水的凝固點，我們想若有水應該大部分都是固態。從我們親自做的研究就深刻體認，低壓環境下，固態的水冰比較容易存在，液態水太容易蒸發。我們的研究跟維基百科的資料相當符合。

#### 研究十四、覆蓋沙土是否會維持水冰的存在

用漱口杯自製相同大小的冰塊，每個量杯各放三塊，其中一個量杯覆蓋 3cm 後的沙土，觀察兩組冰塊溶化的快慢(相片二七、二八)。



相片二七



相片二八

結果:

當外露的冰塊完全溶化時，沙土覆蓋的還有大約一半體積的冰塊尚未融化，可見沙土覆蓋對於水冰的維持是有幫助的。

### 壹、討論

一、人類對太空的探究愈來愈積極，我們也聽過很多相關的新聞訊息，包括登陸火星、尋找類地行星等，都讓我們覺得很有趣，但想要研究這些外星星球卻很不容易，我們只好從接觸得到、可以做控制的大氣壓力做起。這段期間的研究讓我們覺得很有趣，我們還有多樣研究想去探索。

- 二、雖然大氣壓力可以研究，但學校設備有限，加上安全的考慮，我們的探究只在 1/3atm 至 2atm 之間，如果可以拿到更好、更安全的器材，我們的研究一定有更多更大的發現。
- 三、水的三態變化我們都已經學過了，但在不同壓力下，三態變化卻變得很不尋常，例如為何氣壓變高，沸點跟著變高，但凝固點卻變低了呢？為何低氣壓的水蒸發的很快，但冰塊卻溶化得特別慢，這些都是好有趣的現象，我們很想進一步做深入研究。
- 四、火星探究是現在很熱門的話題，天文學家認為火星上很難有穩定的液態水，比較可能存在水冰，我們的研究也支持著天文學家的說法。

## 貳、 結論

- 一、我們嘗試了許多方法尋找合適的實驗器材和氣壓測量器，經過多次錯誤的常識，終於找到合用的工具順利完成實驗，也找到實驗中控制固定氣壓的方式。
- 二、氣壓變高了，沸點會跟著變高，但是凝固點卻降低了。
- 三、氣壓變低了，水的蒸發比較快，但是冰的融化卻比較慢。
- 四、氣壓比較高的環境，溫度的變化比較快也比較大，聲音傳遞的效果較佳，吹出的風力也較強。
- 五、瞬間的壓力變化會影響物體的體積增減。
- 六、火星是一顆低溫且低壓的星球，平均氣溫遠低於水的凝固點，若有水應該大部分都是固態。從我們親自做的研究深刻體認，低壓環境下，固態的水冰比較容易存在，液態水太容易蒸發。我們的研究跟維基百科的資料相當符合。

## 參、 參考資料

- 一、維基百科---火星大氣
- 二、維基百科---火星氣候
- 三、維基百科---火星
- 四、科玩 DIY—水在注射筒中的沸騰，方金祥，大仁技術學院幼兒保育系