

2023年【科學探究競賽-這樣教我就懂】
普高組 成果報告表單

題目名稱：冰火兩重天

一、摘要

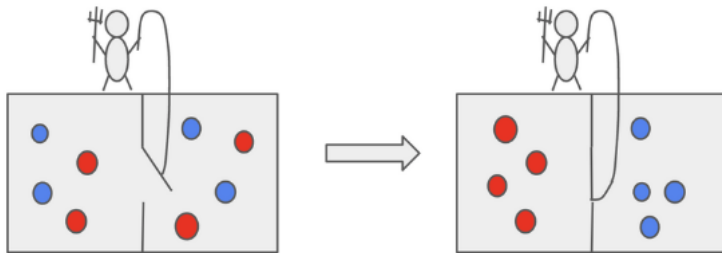
本研究主要探討渦流管的原理跟能夠應用的領域。近年來，僅用壓縮空氣為動力源的渦流式冷卻器，已經被肯定、接受。它是解決工業上，不同冷卻問題的良好良方，既簡單又低成本，頗符合中小企業運用。我們也對此感到興趣，並從中了解它的原理，原來看似結構簡單的渦流管，但它的原理並不簡單。當然我們也想知道不同變因下冷熱端的差異，於是我們設計了幾個實驗來印證，期望在未來能夠看到更多的渦流管應用在不同領域。

二、探究題目與動機

某天在滑影片的時候，不小心看到渦流管的介紹，突然發現這物品非常神奇，在物理課時雖然學到了很多知識，但仍然還是發現了不可思議的現象，但是為什麼渦流管只使用了簡單的結構就能使冷空氣與熱空氣分離呢？這讓我想到了物理界有名的馬克士威妖。

馬克思威妖是什麼？

物理學的四大神獸之一，是物理學中假想出來的妖怪。英國物理學家詹姆斯·馬克士威 為了說明違反熱力學第二定律所假設的可能性，他是耗散結構的一雛形，內容是在描述一容器切成相同空間的兩格，中間有一妖怪控制著一扇門，接著兩空間中的空氣分子無規則的進行熱運動並撞擊門，門就會選擇性的把速度較快跟速度較慢的空氣分子區分開來，因此可以利用溫差驅使熱引擎作工。



對於這種物理現象我們覺得很有趣，所以我們就決定要好好研究它的原理，也讓我們對渦流管了解得更徹底。

三、探究目的與假設

我們用外面買到的渦流管進行測試：

A. 我們給予不同的氣體壓力注入渦流管內，發現冷端跟熱端會隨著不同的氣壓造成溫度變化。

1. 壓縮機：

注入氣體過10秒之後的溫度

熱端：60.3

冷端：4.7

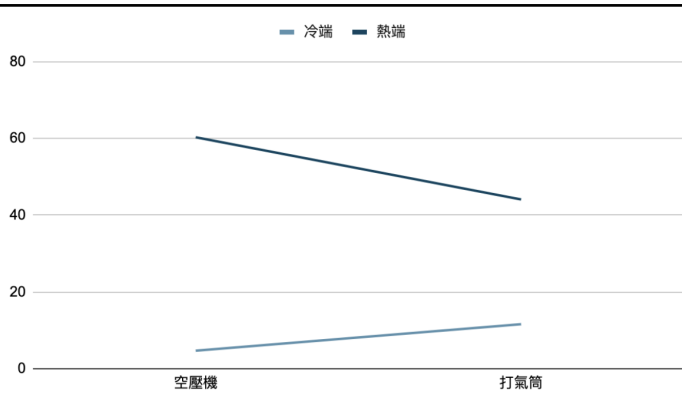
2. 打氣筒：

注入氣體過10秒之後的溫度

熱端：44.1

冷端：11.6

所以我們推測溫度變化跟氣壓有關，只要有足夠的氣壓就可以得到越極端的溫度。



B. 第二我們對開孔大小進行實驗(皆為固定氣壓):

(一) 1mm的冷熱端開孔

熱端: 60.3

冷端: 4.7

(二) 2mm的冷熱端開孔

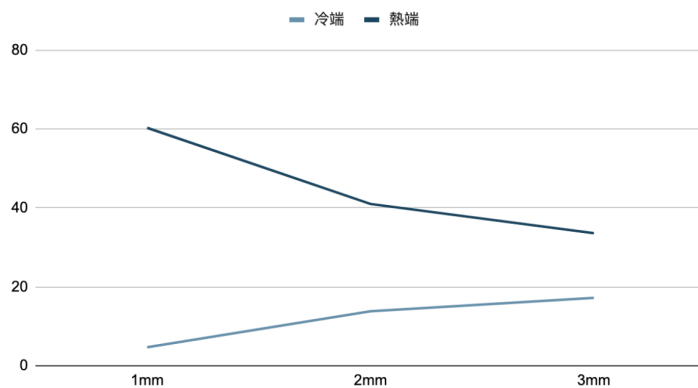
熱端: 13.8

冷端: 41.0

(三) 3mm的冷熱端開孔

熱端: 33.6

冷端: 17.2



實驗完我們發現開孔大小也會影響氣體溫度, 孔洞越大溫度的變化越不明顯, 比較接近常溫。

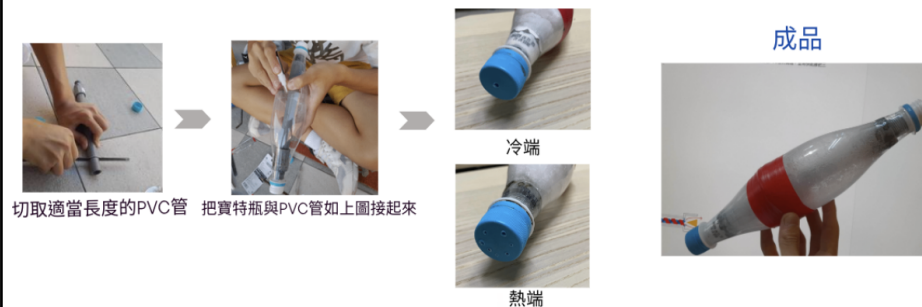
所以我們推測, 控制溫度變化一定跟氣壓、開孔大小有關, 但原理還不確定, 所以我們決定自己製作渦流管。

四、探究方法與驗證步驟

我們猜想會有溫度變化一定跟一開始注入的空氣有關，我們都知道溫度是人定的標準，是把冷熱用數字呈現出來，而冷熱就是氣體分子的撞擊測量裝置力的大小，越熱的空氣就代表氣體撞擊力度比較大，越冷的空氣代表氣體撞擊的力度較小。

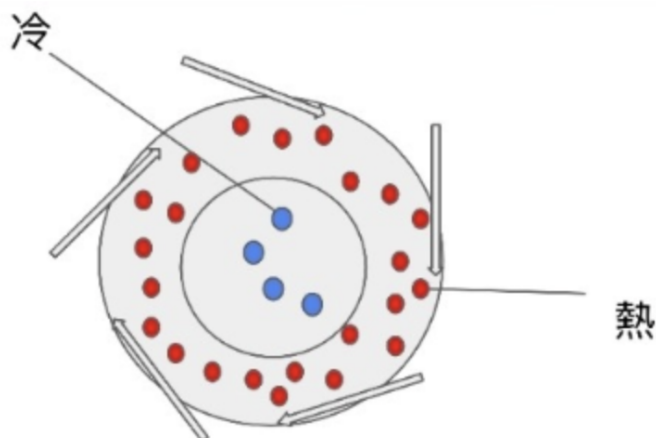
我們就以這種想法為出發點進行製作
製作過程

- 1,把兩個寶特瓶的底部切開。
- 2,把一根PVC以切線方向挖洞。
- 3,兩個寶特瓶個別組裝在PVC管的兩端。
- 4,並用快乾膠把三者連接起來。
- 5,在寶特瓶製作出熱端與冷端。
(熱端要在其中一個瓶蓋鑿出幾個以瓶蓋中心為圓心的洞，冷端要在另一個瓶蓋的中心鑿出一個洞。)
- 6,最後把瓶身鑽一個洞，此洞為入氣孔。

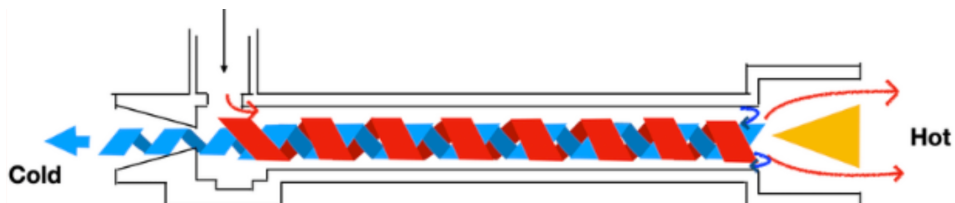


我們利用壓縮空氣注入渦流管內以產生足夠的壓力，這壓力必須要能使氣體分子在入氣孔加速到音速，使氣體能在管內旋轉並產生渦流。進入瓶內後，因為氣流的角速度不同，氣流產生摩擦並把能量傳遞到外層。中間的氣體因為能量與速度降低，從另一端的孔洞流出，達到冷熱空氣分離的效果。

也就是說我們讓速度較快的空氣分子留在管壁，較慢的空氣分子留在管中央，就可以把冷熱區隔開來。



最後就會形成下面這張圖片



只要能把管壁跟管中的空氣區分開來，就可以把冷熱分離開來。

實驗內容：

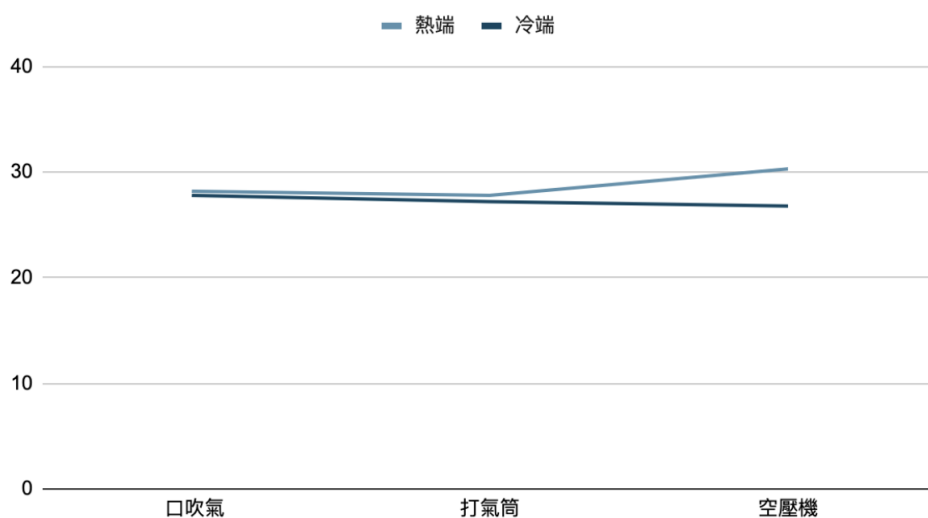
- 1.利用不同的壓力大小來探討冷熱端的溫差程度
- 2.利用不同的出氣孔大小來探討冷熱端的溫差程度

實驗：

我們用了三個不同的壓力來測試其溫差程度，並以溫度計測量實驗結果。

- 1,用嘴向孔內吹氣(約100.0kPa)
- 2,用打氣筒向孔內打入空氣
- 3,最後用壓縮空氣機灌入空氣(約600kPa)

	用口吹氣	打氣筒	空壓機
熱端	28.2	28	30.3
冷端	27.5	27.1	26.8
溫差	0.8	0.9	3.5



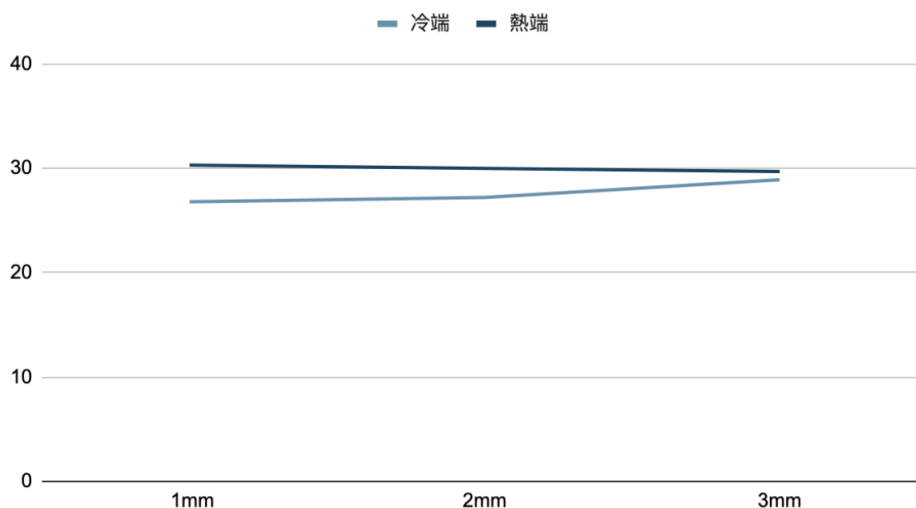
我們用了三個不同孔洞大小的瓶蓋：

1mm(600kpa)

2mm(600kpa)

3mm(600kpa)

冷端	26.8	27.2	28.9
熱端	30.3	30.0	29.7
溫差	3.5	2.8	0.8



雖然自製的渦流管不能跟市場上賣的一樣溫差分明，但我們還是達到目的，實驗解果證明了只要氣壓跟出氣孔大小不同，就會產生不同的溫差。

五、結論與生活應用

渦流管跟馬克士威妖還是有差別的，因為渦流管需要用能量把空氣注入，而馬克士威妖則不用。

結論：

1. 打入氣體時必須要有足夠的氣壓，才能夠讓冷熱空氣有明顯的分離現象。
2. 打氣筒無法供給穩當的氣流與氣壓，也會導致溫差不明顯。
3. 在製作過程中我們還發現渦流管最大的缺點，就是壓縮空氣的取得以及產生的噪音污染，造成實驗過程中的不便。
4. 渦流管的效率不高，也許是自製渦流管的各種條件(例如：孔洞或PVC管粗細大小)，導致無法得到與市面上的渦流管一樣的溫差。

應用：

渦流管在生活中也發揮了許多用途，例如工業用品的冷卻就需要它的幫助，因為它不須活動配件，容易控制，免維護，低安裝成本，體積小重量輕，沒有火花/爆炸危險的特點，這讓渦流管發揮了重要的價值，幾個常見了例子...

1. 焊接、膠合之冷卻
2. 儀器及電子儀表板之冷卻
3. 食品乾燥冷卻除溼
4. 控制盤、攝影機之冷卻
5. 溫度測試及控制
6. 工業製程冷卻

參考資料

<https://www.jendow.com.tw/wiki/%E6%B8%A6%E6%B5%81%E7%AE%A1%E5%88%B6%E5%86%B7>

<https://www.newton.com.tw/wiki/%E6%B8%A6%E6%B5%81%E7%AE%A1-Nex%20Flow>

<https://baike.baidu.hk/item/%E6%B8%A6%E6%B5%81%E7%AE%A1%E5%88%B6%E5%86%B7/1947352>