

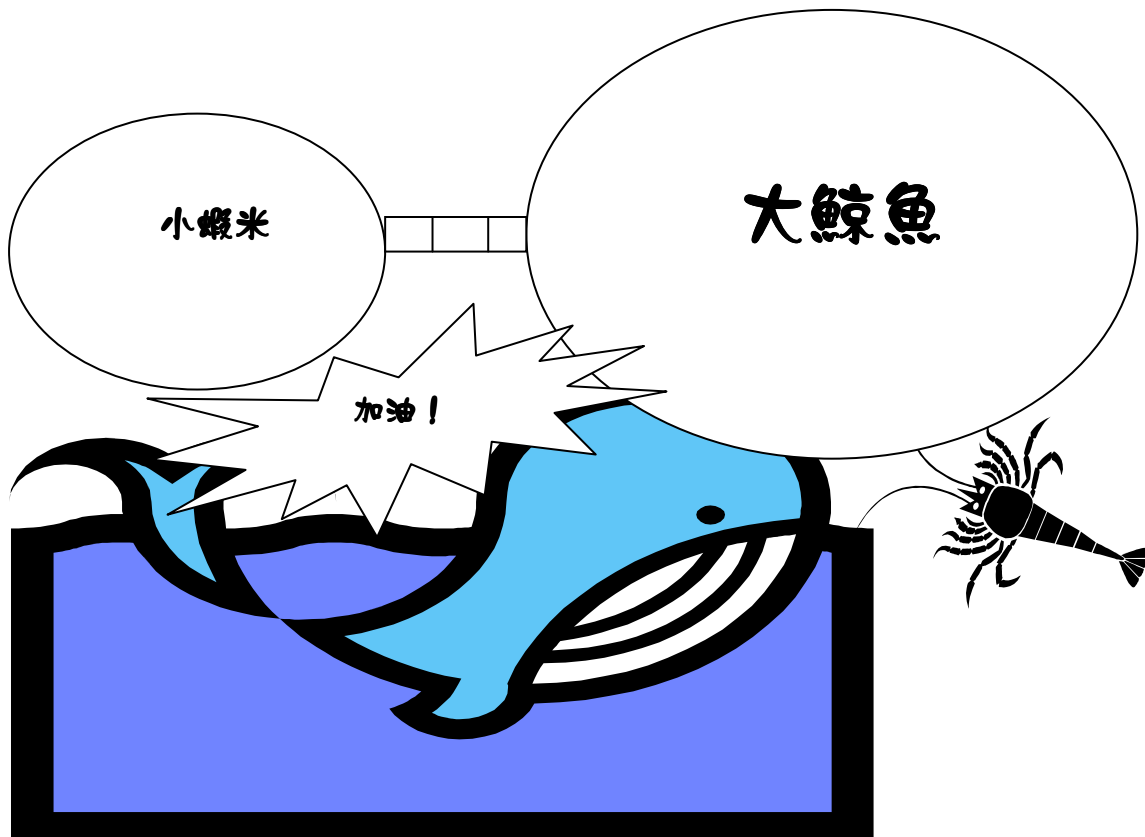
# 小蝦米對抗大鯨魚

## 誰輸誰贏？

放心！此項活動不需要準備小蝦米和大鯨魚，你只要準備兩個材質相同的汽球及一根短管子(可用珍珠奶茶的粗吸管)即可。

首先，請你用最大的力氣將其中一個汽球吹脹，再用第二口氣將另一個汽球吹大，如此，你就有一大一小的汽球，這就是本題所說的「小蝦米」和「大鯨魚」了。接下來，請將小蝦米與大鯨魚的開口用短管子接起來。小心！別讓空氣漏掉了！最後請你看看：誰輸誰贏？

請詳細描述你的**實驗發現與結果**、你的**原理推論**(請多試幾次，才有穩定可靠的結論喔!)，如果你在實驗過程中有其他發現，歡迎與大家分享！



截止日期：100年9月6日(星期二)下午4:00

## 摘要

這次高愛迪斯暑假研究作業是針對兩個氣球進行內部氣體壓力不同的驗證。但經過實驗後，結果顯示跟原本想像是不太相同，**傳統氣球之小氣球內部之壓力比大氣球大；而長形氣球則為長氣球內部壓力大於小氣球。**

### 壹、研究動機

平常的情況下，我們都以為氣球灌得越大，內部的壓力也越大，因此空氣會從較大的氣球往較小的氣球移動。但這樣結果是真的嗎？

因此，為了證明這樣結論是否正確，我決定找兩種不相同的氣球和反覆的實驗，並觀察**氣球形狀對內部壓力的大小是否有影響**來做探討。

### 貳、研究目的

我在經過反覆實驗後，我才發現這種現象與氣球表皮的伸縮張力有關。當我剛開始吹汽球時，氣球的表皮彈力很大，比較難吹而且要相當用力；但是當汽球被吹開後，接下來就會比較好吹。而且，不同形狀和種類的氣球，吹氣和壓力反應的情形都不相同。為了驗證空氣真的是由小氣球流向大氣球，我針對已知結果的大、小氣球進行驗證實驗。結果發現當我們使用同樣形式，不同大小的傳統汽球作測試時，空氣並不如一開始預期般自由流動。當我們以手輕壓兩側氣球時，空氣由小氣球跑到大氣球非常容易，要從大氣球跑到小氣球卻需花費一番功夫。






此結果代表：雖然連通管兩側氣球在連通管打開時不會有明顯大小變化，但氣球之間的壓力差仍然存在。只要我們對氣球稍微施加壓力，氣體便會由壓力大側（小氣球）移置壓力小側（大氣球）。

還有，氣球使用久了表面張力會因彈性疲乏也會影響實驗結果。

GIDS 說：摘述過程簡潔明瞭，讚！但此段可歸納在**研究結果**，**目的**應為了解及探討氣球形狀對內部壓力大小是否有影響。

## 參、研究設備及器材

### 一、設備及器材

01. 打氣筒	02. 吸管(連結用)
	
03. 傳統生日氣球	04. 火箭長型氣球
	
05. 控制開關夾(封口夾)	06. 相機
	

## 肆、研究過程或方法

### 一、資料蒐集

- (一)實驗前應先閱讀有關氣體、壓力、表面張力等與研究相關之知識。
- (二)搜集過去氣球壓力相關的研究文獻，並加以整合運用。

### 二、器材準備

準備實驗所需材料、工具，並注意實驗步驟與操作細節，減少實驗誤差。

- (一)打氣筒
- (二)水管(連結用)
- (三)傳統氣球
- (四)長形氣球
- (五)封口夾
- (六)相機

### 三、原理推論與實驗

#### 原理推論

根據我們找到的資料顯示，小氣球內部的空氣能輕易流向大氣球。然而，事實真是如此嗎？不同材質與形狀的氣球，結果是否會相同呢？因此我們將針對不同氣球組合的現象作探討，我們將嘗試了不同形狀的氣球，並比較其結果。

氣球大小、形狀與空氣流動的關係：

為了解氣球皮張力、氣球內部壓力、氣球大小、氣球形狀之間的關係，我們利用特製打氣筒，將同款氣球分別打入**10下**、**20下**及**30下**等量空氣，封口備用。將不同大小的氣球連接於氣體連通管（吸管）兩側，將封口夾打開，並觀察記錄其氣球空氣移動方向。再用左、右手輪流擠壓氣球，並仔細觀察空氣擠壓至對側所需施加壓力的大小變化，並記錄結果。

## 實驗驗證

GIDS：操作變因定義清楚！佳！

**第1組實驗：**相同形式傳統氣球(大橢圓形)，空氣流動狀態：(附圖)

(實驗1-1) 左邊氣球打氣到**50**下最飽滿【大橢圓形鯨魚】、右邊氣球打氣**10**下【小蝦米】

- 實驗步驟01.：先將吸管兩端氣球分別打好預定的氣體量，並用封口夾夾住開口，避免空氣流失。
- 實驗步驟02.：再將氣球分別接於吸管兩端【左大、右小】，並雙手握緊。
- 實驗步驟03.：打開封口夾，並握緊氣球與吸管連接處，以免空氣流失，通時觀察汽球內空氣的流動變化【觀察約10秒】。
- 實驗步驟04.：用左手輔助施力，先施力於左端大氣球，嘗試將空氣擠壓到小氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。
- 實驗步驟05.：再換邊用右手輔助施力，施力於右端小氣球，嘗試將空氣擠壓到大氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。

01. 先將吸管兩端氣球分別打好預定的氣體量，並用封口夾夾住開口。



02. 再將氣球分別接於吸管兩端【左大、右小】，並雙手握緊。



03. 打開封口夾，並握緊氣球與吸管連接處，以免空氣流失，通時觀察汽球內空氣的流動變化【觀察約10秒】。



04. 用左手輔助施力，先施力於左端大氣球，嘗試將空氣擠壓到小氣球內，觀察且體會施力結果。



05. 在換邊用右手輔助施力，施力於右端小氣球，嘗試將空氣擠壓到大氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。



(實驗1-2) 左邊氣球打氣到50下最飽滿【大橢圓形鯨魚】、右邊氣球打氣20下【小蝦米】

- 實驗步驟01.：先將吸管兩端氣球分別打好預定的氣體量，並用封口夾夾住開口，避免空氣流失。
- 實驗步驟02.：再將氣球分別接於吸管兩端【左大、右小】，並雙手握緊。
- 實驗步驟03.：打開封口夾，並握緊氣球與吸管連接處，以免空氣流失，通時觀察汽球內空氣的流動變化【觀察約10秒】。
- 實驗步驟04.：用左手輔助施力，先施力於左端大氣球，嘗試將空氣擠壓到小氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。
- 實驗步驟05.：再換邊用右手輔助施力，施力於右端小氣球，嘗試將空氣擠壓到大氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。

01. 先將吸管兩端氣球分別打好預定的氣體量，並用封口夾夾住開口。



02. 再將氣球分別接於吸管兩端【左大、右小】，並雙手握緊。



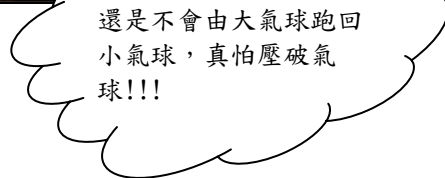
03. 打開封口夾，並握緊氣球與吸管連接處，以免空氣流失，通時觀察汽球內空氣的流動變化【觀察約10秒】。



04. 用左手輔助施力，先施力於左端大氣球，嘗試將空氣擠壓到小氣球內，觀察且體會施力結果。



05. 在換邊用右手輔助施力，施力於右端小氣球，嘗試將空氣擠壓到大氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。



GIDS：研究結果也要記錄下來！



(實驗1-3) 左邊氣球打氣50下到最飽滿【大橢圓形鯨魚】、右邊氣球打氣30下【小蝦米】

- 實驗步驟01.：先將吸管兩端氣球分別打好預定的氣體量，並用封口夾夾住開口，避免空氣流失。
- 實驗步驟02.：再將氣球分別接於吸管兩端【左大、右小】，並雙手握緊。
- 實驗步驟03.：打開封口夾，並握緊氣球與吸管連接處，以免空氣流失，通時觀察汽球內空氣的流動變化【觀察約10秒】。
- 實驗步驟04.：用左手輔助施力，先施力於左端大氣球，嘗試將空氣擠壓到小氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。
- 實驗步驟05.：再換邊用右手輔助施力，施力於右端小氣球，嘗試將空氣擠壓到大氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。

01. 先將吸管兩端氣球分別打好預定的氣體量，並用封口夾夾住開口。
02. 再將氣球分別接於吸管兩端【左大、右小】，並雙手握緊。



03. 打開封口夾，並握緊氣球與吸管連接處，以免空氣流失，通時觀察汽球內空氣的流動變化【觀察約10秒】。



	
<p>04. 用左手輔助施力，先施力於左端大氣球，嘗試將空氣擠壓到小氣球內，觀察且體會施力結果。</p>	
<p>05. 在換邊用右手輔助施力，施力於右端小氣球，嘗試將空氣擠壓到大氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。</p>	

GIDS：研究結果可以先用文字敘述記錄一下。

第2組實驗:相同形式長型氣球(長火箭形)，空氣流動狀態：(附圖)

(實驗2-1) 左邊氣球打氣50下到飽滿【長鯨魚】、右邊氣球打氣10下【小蝦米】



實驗步驟01.：先將吸管兩端氣球分別打好預定的氣體量，並用封口夾夾住開口，避免空氣流失。

實驗步驟02.：再將氣球分別接於吸管兩端【左大、右小】，並雙手握緊。

實驗步驟03.：打開封口夾，並握緊氣球與吸管連接處，以免空氣流失，通時觀察汽球內空氣的流動變化【觀察約1分鐘】。

實驗步驟04.：用左手輔助施力，先施力於左端大氣球，嘗試將空氣擠壓到小氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。

實驗步驟05.：再換邊用右手輔助施力，施力於右端小氣球，嘗試將空氣擠壓到大氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。

01. 先將吸管兩端氣球分別打好預定的氣體量，並用封口夾夾住開口。	
02. 再將氣球分別接於吸管兩端【左大、右小】，並雙手握緊。	 <p data-bbox="1069 1702 1468 2038">空氣好像不太會流動，等了一分鐘後，發現空氣慢慢由大氣球流向小氣球。</p>

04. 用左手輔助施力，先施力於左端大氣球，嘗試將空氣擠壓到小氣球內，觀察且體會施力結果。



05. 在換邊用右手輔助施力，施力於右端小氣球，嘗試將空氣擠壓到大氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。




壓不回来了!!

用力壓左邊大氣球，空氣竟然一下子，全部跑到小氣球，怎麼會這樣?????

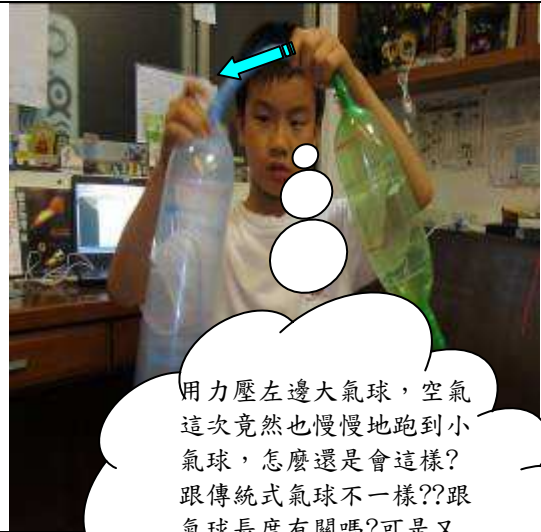
GIDS：很棒的發現！

(實驗2-2) 左邊氣球打氣50下到飽滿【長鯨魚】、右邊氣球打氣20下【小蝦米】

- 實驗步驟01.：先將吸管兩端氣球分別打好預定的氣體量，並用封口夾夾住開口，避免空氣流失。
- 實驗步驟02.：再將氣球分別接於吸管兩端【左大、右小】，並雙手握緊。
- 實驗步驟03.：打開封口夾，並握緊氣球與吸管連接處，以免空氣流失，通時觀察汽球內空氣的流動變化【觀察約1分鐘】。
- 實驗步驟04.：用左手輔助施力，先施力於左端大氣球，嘗試將空氣擠壓到小氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。
- 實驗步驟05.：再換邊用右手輔助施力，施力於右端小氣球，嘗試將空氣擠壓到大氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。

<p>01. 先將吸管兩端氣球分別打好預定的氣體量，並用封口夾夾住開口。</p>	
<p>02. 再將氣球分別接於吸管兩端【左大、右小】，並雙手握緊。</p>	
<p>03. 打開封口夾，並握緊氣球與吸管連接處，以免空氣流失，通時觀察汽球內空氣的流動變化【觀察約1分鐘】。</p>	 <p>等了好久(2分鐘)，空氣好像不太會流動，又等了一分鐘後，發現空氣慢慢由大氣球流向小氣球。</p>

04. 用左手輔助施力，先施力於左端大氣球，嘗試將空氣擠壓到小氣球內，觀察且體會施力結果。



用力壓左邊大氣球，空氣這次竟然也慢慢地跑到小氣球，怎麼還是會這樣？跟傳統式氣球不一樣??跟氣球長度有關嗎？可是又壓右邊氣球，空氣也好像跑不回左邊。

05. 在換邊用右手輔助施力，施力於右端小氣球，嘗試將空氣擠壓到大氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。

**第3組實驗:**不相同形狀，傳統氣球(大橢圓形) v.s 長型氣球(長火箭形)，空氣流動狀態：(附圖)

(實驗3-1) 左邊氣球打氣50下到飽滿【長鯨魚】、右邊氣球打氣10下【小橢圓形蝦米】

- 實驗步驟01.：先將吸管兩端氣球分別打好預定的氣體量，並用封口夾夾住開口，避免空氣流失。
- 實驗步驟02.：再將氣球分別接於吸管兩端【左大、右小】，並雙手握緊。
- 實驗步驟03.：打開封口夾，並握緊氣球與吸管連接處，以免空氣流失，通時觀察汽球內空氣的流動變化【觀察約1分鐘】。
- 實驗步驟04.：用左手輔助施力，先施力於左端大氣球，嘗試將空氣擠壓到小氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。
- 實驗步驟05.：再換邊用右手輔助施力，施力於右端小氣球，嘗試將空氣擠壓到大氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。

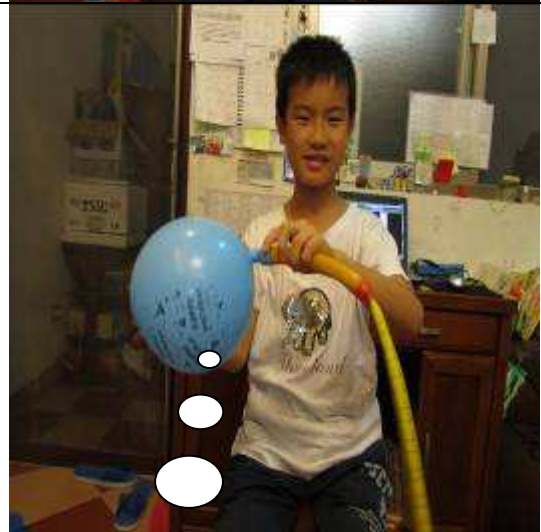
01. 先將吸管兩端氣球分別打好預定的氣體量，並用封口夾夾住開口。	
02. 再將氣球分別接於吸管兩端【左大、右小】，並雙手握緊。	
03. 打開封口夾，並握緊氣球與吸管連接處，以免空氣流失，通時觀察汽球內空氣的流動變化【觀察約1分鐘】。	 <p>哇! 空氣很快就從小氣球流到大氣球(?)~~</p>

04. 用左手輔助施力，先施力於左端大氣球，嘗試將空氣擠壓到小氣球內，觀察且體會施力結果。



左手都不用出力，空氣就由小氣球全部跑到大氣球(?)! 好厲害的吸星大法...

05. 在換邊用右手輔助施力，施力於右端小氣球，嘗試將空氣擠壓到大氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。





右手怎麼用力大氣球(?)空氣都不會跑到長氣球內了!!

GIDS：可是相片中顯示的卻是大氣球流向小氣球，這個實驗中大、小氣球的標示是否顛倒了呢？



(實驗3-2) 左邊氣球打氣到50下飽滿【長鯨魚】、右邊氣球打氣20下【小橢圓形蝦米】

- 實驗步驟01.：先將吸管兩端氣球分別打好預定的氣體量，並用封口夾夾住開口，避免空氣流失。
- 實驗步驟02.：再將氣球分別接於吸管兩端【左大、右小】，並雙手握緊。
- 實驗步驟03.：打開封口夾，並握緊氣球與吸管連接處，以免空氣流失，通時觀察汽球內空氣的流動變化【觀察約1分鐘】。
- 實驗步驟04.：用左手輔助施力，先施力於左端大氣球，嘗試將空氣擠壓到小氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。
- 實驗步驟05.：再換邊用右手輔助施力，施力於右端小氣球，嘗試將空氣擠壓到大氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。

01. 先將吸管兩端氣球分別打好預定的氣體量，並用封口夾夾住開口。	
02. 再將氣球分別接於吸管兩端【左大、右小】，並雙手握緊。	
03. 打開封口夾，並握緊氣球與吸管連接處，以免空氣流失，通時觀察汽球內空氣的流動變化【觀察約1分鐘】。	

04. 用左手輔助施力，先施力於左端大氣球，嘗試將空氣擠壓到小氣球內，觀察且體會施力結果。





05. 在換邊用右手輔助施力，施力於右端小氣球，嘗試將空氣擠壓到大氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。



(實驗3-3) 左邊氣球打氣50下到飽滿【大鯨魚】、右邊氣球打氣30下【小橢圓形蝦米】

- 實驗步驟01.：先將吸管兩端氣球分別打好預定的氣體量，並用封口夾夾住開口，避免空氣流失。
- 實驗步驟02.：再將氣球分別接於吸管兩端【左大、右小】，並雙手握緊。
- 實驗步驟03.：打開封口夾，並握緊氣球與吸管連接處，以免空氣流失，通時觀察汽球內空氣的流動變化【觀察約1分鐘】。
- 實驗步驟04.：用左手輔助施力，先施力於左端大氣球，嘗試將空氣擠壓到小氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。
- 實驗步驟05.：再換邊用右手輔助施力，施力於右端小氣球，嘗試將空氣擠壓到大氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。

01. 先將吸管兩端氣球分別打好預定的氣體量，並用封口夾夾住開口。	
02. 再將氣球分別接於吸管兩端【左大、右小】，並雙手握緊。	
03. 打開封口夾，並握緊氣球與吸管連接處，以免空氣流失，通時觀察汽球內空氣的流動變化【觀察約1分鐘】。	

哇! 空氣很快就從  
長形氣球流到傳  
統圓氣球~~

04. 用左手輔助施力，先施力於左端大氣球，嘗試將空氣擠壓到小氣球內，觀察且體會施力結果。






05. 在換邊用右手輔助施力，施力於右端小氣球，嘗試將空氣擠壓到大氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。



**第4組實驗:**不相同形狀，傳統氣球(大橢圓形) v.s 長型氣球(長火箭形)，空氣流動狀態：(附圖)

(實驗4-1) 左邊氣球打氣50下到最飽滿【大橢圓形鯨魚】、右邊氣球打氣10下【小長形蝦米】

- 實驗步驟01.：先將吸管兩端氣球分別打好預定的氣體量，並用封口夾夾住開口，避免空氣流失。
- 實驗步驟02.：再將氣球分別接於吸管兩端【左大、右小】，並雙手握緊。
- 實驗步驟03.：打開封口夾，並握緊氣球與吸管連接處，以免空氣流失，通時觀察汽球內空氣的流動變化【觀察約1分鐘】。
- 實驗步驟04.：用左手輔助施力，先施力於左端大氣球，嘗試將空氣擠壓到小氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。
- 實驗步驟05.：再換邊用右手輔助施力，施力於右端小氣球，嘗試將空氣擠壓到大氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。

<p>01. 先將吸管兩端氣球分別打好預定的氣體量，並用封口夾夾住開口。</p>	
<p>02. 再將氣球分別接於吸管兩端【左大、右小】，並雙手握緊。</p>	
<p>03. 打開封口夾，並握緊氣球與吸管連接處，以免空氣流失，通時觀察汽球內空氣的流動變化【觀察約1分鐘】。</p>	

04. 用左手輔助施力，先施力於左端大氣球，嘗試將空氣擠壓到小氣球內，觀察且體會施力結果。





05. 在換邊用右手輔助施力，施力於右端小氣球，嘗試將空氣擠壓到大氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。



(實驗4-2) 左邊氣球打氣50下到最飽滿【大橢圓形鯨魚】、右邊氣球打氣20下【小長形蝦米】

- 實驗步驟01.：先將吸管兩端氣球分別打好預定的氣體量，並用封口夾夾住開口，避免空氣流失。
- 實驗步驟02.：再將氣球分別接於吸管兩端【左大、右小】，並雙手握緊。
- 實驗步驟03.：打開封口夾，並握緊氣球與吸管連接處，以免空氣流失，通時觀察汽球內空氣的流動變化【觀察約1分鐘】。
- 實驗步驟04.：用左手輔助施力，先施力於左端大氣球，嘗試將空氣擠壓到小氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。
- 實驗步驟05.：再換邊用右手輔助施力，施力於右端小氣球，嘗試將空氣擠壓到大氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。

<p>01. 先將吸管兩端氣球分別打好預定的氣體量，並用封口夾夾住開口。</p>	
<p>02. 再將氣球分別接於吸管兩端【左大、右小】，並雙手握緊。</p>	
<p>03. 打開封口夾，並握緊氣球與吸管連接處，以免空氣流失，通時觀察汽球內空氣的流動變化【觀察約1分鐘】。</p>	

04. 用左手輔助施力，先施力於左端大氣球，嘗試將空氣擠壓到小氣球內，觀察且體會施力結果。



05. 在換邊用右手輔助施力，施力於右端小氣球，嘗試將空氣擠壓到大氣球內，觀察且體會施力結果，並同時紀錄。





## 伍、實驗發現與結果

長條氣球與傳統氣球不同，當我們充氣時，長形氣球並非整條同時膨脹，而是會由遠離打氣筒端，長氣球中後段處鼓起，氣打得越多，充氣部分的長度越長。因此，在長形氣球內部氣體定量的部分，可直接以長度觀察。但傳統氣球不容易測量，僅能以外觀來判定。

此外，為減少氣球皮因彈性疲乏所造成之誤差，實驗時我們用相同形式的幾個不同氣球反覆交換使用，重複測試，企圖將氣球皮彈性對結果造成的影響降至最小。

GIDS：充分實踐實驗研究的科學精神！優！

**實驗發現與結果：**（氣球大小、形狀與空氣流動的關係）

為了驗證空氣真的是由小氣球流向大氣球，我們針對氣球做了測試實驗。結果發現，不同形狀的氣球，內部氣體流動的方向並非完全遵照「空氣由小氣球流向大氣球」的定律。

一、相同形狀、不同大小**傳統**氣球，空氣流動狀態：

當我們使用同樣形式，不同大小的傳統汽球作測試時，我們發現：空氣並不如一開始預期般自由流動。在所有實驗中，左側氣球打飽氣【50下】，右側氣球打氣10下、20下、30下的氣球組（**實驗1**），空氣會在連通管打開時有明顯變化。因此我們可推測：由於氣球表皮彈性極大，當連通管打開時，表皮會自行伸縮調整，而兩側大小存在特定差異時，空氣就會有明顯移動。然而，當我們以手輕壓兩側氣球時，空氣由小氣球跑到大氣球非常容易，要從大氣球跑到小氣球卻需花費一番功夫。

此結果代表：雖然連通管兩側氣球在連通管打開時不會有明顯大小變化，但他們之間的壓力差仍然存在。只要我們施與一與氣球表皮對抗之外力，氣體便會由壓力大側（小氣球）流動到壓力小側（大氣球）。

二、相同形狀、不相同大小**長形**氣球，空氣流動狀態：

我們改將長短兩條長形氣球置於聯通管兩側。在所有實驗中，左側氣球打飽氣【50下】，右側氣球打氣10下、20下、30下的氣球組（**實驗2**），空氣會在連通管打開時有明顯變化。當聯通管打開後，我們發現空氣清一色由較長的氣球移向較短的氣球。這是由於長形氣球灌氣時，會由遠離打氣筒端處鼓起，氣打得越多，充氣部分的長度越長，而未充氣的部分則是維持原樣。因此，在充氣部分的長形氣球，所受氣球表皮的張力應該相等。

此結果代表：當我們將充飽氣的氣球與充至固定長度氣球置於聯通管兩側，

充飽氣的氣球已無膨脹空間，內部壓力較大，故空氣便會由**壓力大側（充飽氣氣球）**流動到另一邊**壓力小側（未充飽氣球）**。

三、不相同形狀、不相同大小**傳統氣球與長形氣球**，空氣流動狀態：

我們改將**傳統氣球與長形氣球**兩種不同形式氣球置於聯通管兩側，做兩種不同狀態的推證發現。

第一種：在所有實驗中，左側長形氣球打飽氣【50下】，右側傳統氣球打氣10下、20下、30下的氣球組（**實驗3**），空氣會在連通管打開時有明顯變化。當聯通管打開後，我們發現空氣清一色由**充飽氣的長形氣球移向傳統氣球**。這是由於長形氣球灌氣時，會由遠離打氣筒端處鼓起，氣打得越多，充氣部分的長度越長。因此，在充飽氣部分的長形氣球，所受氣球表皮的張力應較大，且內部壓力根據「**波以耳定律**」壓力與體積關係可以推論。

第二種：在所有實驗中，左側傳統氣球打飽氣【50下】，右側長形氣球打氣10下、20下的氣球組（**實驗4**），空氣會在連通管打開時有明顯變化。當聯通管打開後，我們發現空氣仍然是由**未充飽氣的長形氣球移向充飽氣的傳統氣球**。因此，在未充飽氣部分的長形氣球，所受氣球表皮的張力應較大，且內部壓力根據「**波以耳定律**」壓力與體積關係可以推論。

GIDS：以上兩段結論優，顯示長形氣球充氣到某種程度後，即使未完全充飽，張力仍比傳統圓氣球大。

此結果代表：當我們將充飽氣的長形氣球與充至固定傳統氣球置於聯通管兩側，充飽氣的氣球已無膨脹空間，內部壓力較大，故空氣便會由**壓力大側（充飽氣氣球）**流動到另一邊**壓力小側（未充飽氣球）**。

GIDS：只解釋了第一種情況。

## 陸、結論

一、傳統氣球內部氣體量值固定時：

只要大小氣球存在特定壓力差時，空氣就會自由流動。除此之外，若我們以手擠壓兩側大小氣球，小氣球空氣較容易往大氣球移動，因此我們可由**實驗結果證實：傳統氣球的小氣球內部之壓力比大氣球壓力大大。**

二、長條氣球長度固定（氣體量值固定）時：

氣體會由長氣球移動至短氣球，且長氣球內氣體移至短氣球時，氣球會由粗變細。因此我們可由**實驗結果證實：長形氣球充飽氣時，氣球內部之壓力比未充飽氣的氣球壓力大。**

### 三、傳統氣球與長條氣球內部不同壓力氣體量值時：

不論長氣球內氣體是否充飽，氣體皆會由長氣球移動至傳統氣球內。因此我們可由**實驗結果證實：長形氣球內部之壓力比傳統氣球內壓力大。**

## 柒、心得與建議

### 心得

這次暑假作高愛迪斯的作業發現，其實憑自己一個人的能力，真的很難完成整個作業，**很謝謝這次有媽媽、爸爸在旁一直指導我如何規劃時間、資料搜尋、閱讀、思考問題以及協助實驗作品探討**，才能完成整體的報告，也讓我學習到很多有關的研究報告、資料以及實驗整理與報告寫作的的能力。

### 建議

希望以後有關於這樣的研究，可以組成一個小團隊去討論及分工合作，不但可互相學習到其他同學的想法及優點，更可以藉由討論中，再發現問題與培養團隊合作的精神。

## 捌、參考資料

觀念物理III 物質三態。天下文化

奇摩知識網。Google 搜尋網。

「波以耳定律」的基本應用觀念。網路文章

大欺小、小博大、大小相爭的愛恨情仇—泡泡形狀與關係研究。第50屆中小學科學展覽會。

GIDS 評語：研究完整周詳，令人讚賞！

精心思考、設計及記錄、分析、充分展現科學研究精神及實力。