

# 【2023 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

教師組 教案表單與學習單

教案設計者：陳其威
課程領域：
<input checked="" type="checkbox"/> 物理 <input type="checkbox"/> 化學 <input type="checkbox"/> 生物 <input checked="" type="checkbox"/> 地球科學 <input checked="" type="checkbox"/> 科技領域 <input type="checkbox"/> 其他_____
教案題目：
將探究實作課程融入 STEAM
授課時數：
14 節 ( 6+6+2 )
教案設計理念與動機：
<p>新課綱走完一輪，學測與分科測驗的考題的確有不少變化，但沒有傳言中的考「探究實作」的內容，而是測驗同學是否能夠結合已知的知識概念，搭配探究過程中的訓練，包含閱讀理解、表格分析、資料判讀等，這對探究與實作的課程來說確實有很大的支持！過程中，不只培養動手做的能力，更是實踐了<b>發現問題、提出假設、建模與論証</b>等，也越來越多老師願意投入在探究課程中，願意花更多時間備課，也漸漸變得駕新就熟，老師們彼此間也會討論、共備、互相進步！</p> <p>在本篇的教案設計中，以 <b>STEAM 課程的方式執行</b>，包含了自然科學的基礎認識 ( <b>Science</b> )、培養動手能力的技術( <b>Technology</b> )、自行規劃的工程( <b>Engineering</b> )、人文藝術與表達的訓練( <b>Arts</b> )與幾何與數學邏輯的運用( <b>Mathematics</b> )，接合在地新竹特色-米粉，讓同學想想為什麼新竹米粉如此有名？為什麼新竹的風特別的大？延伸至「風」形成的原因，進而討論壓力與氣球間的關係。</p> <p>器材的準備大多取自生活中的物品，例如、氣球、絕緣膠帶、矽膠軟管、三通閥、針筒等，其他有一部分則是實驗室原本就有的燒杯、玻璃管、錐形瓶、支架、橡皮塞等。操作的部分大致分成兩大主題，前三週讓同學們熟悉儀器的操作，從討論大小氣球的壓力，到氣球內部壓力與體積之間的關係，後三週則是開放式讓同學探究，自己選定與壓力 ( 氣球 ) 相關的生活主題，並規劃一系列的操作，包含儀器的架設、變因操控、數據量測等，最後一週發表成果。同學們<b>透過一系列的實驗操作，看似簡單的問題，實際操作時，確實遇到不少困難，但同學們也都一一克服，大多數的同學都蠻有收穫！</b></p> <p>這次實行後半部時，剛好遇到疫情轉成線上教學，有同學突發奇想，剛好可以量測家中大樓中，不同樓層的壓力，有些同學則是線上討論、約到其中一人家做實驗，或是借用學校的物理實驗室，雖然變得與以往不一樣，但同學們也都能在時間內如期完成。<b>核心課程理念都是希望同學能在做中學 ( Learning by Doing )，將課本中的物理知識化做生活的一部分！</b></p> <p>期末報告的部分，由於擔心網路訊號的問題，因此起同學們提前製作期末影片成果，同學們發揮創意，非常用心地製作，效果比實體報告還更精彩，後來同學回饋時表示，這是他第一次剪輯，因此特別上網看了許多教學影片，學習如何剪輯影片，同學們的自學能力確實不容小覷！</p>

## 教學目標：

po -Vc-1

能從日常經驗、科技運用、社會中的科學相關議題、學習活動、自然環境、書刊及網路媒體中，汲取資訊並進行有計畫、**有條理的多方觀察**，進而能察覺問題。

ti -Vc-1

能主動察覺生活中各種自然科學問題的成因，並能根據已知的科學知識提出**解決問題**的各種假設想法，進而以個人或團體方式設計創新的科學探索方式並得到成果。

## 教育對象：

國三、高一、高二學生

## 課程設計（方法與步驟）：

### 壹、引起動機：

讓同學思考，為什麼新竹「米粉」這麼有名？因為只有陽光沒有風，米粉會有上乾下溼的現象，而且線條會斷裂、扭曲，而放置米粉的位置也很講究，放米粉那一面會是背風面，不放米粉那一面才是迎風面，如下圖所示。



▲新竹「曬」米粉的照片，讓同學思考，風從哪裡來？（[圖片來源](#)）

接著討論新竹風為什麼這麼大？風從哪裡來？為什麼產生風等一系列問題，最後討論到「壓力」的變化產生風。讓同學猜猜看，大小氣球的變化，是否與預測相同呢？接著讓同學自行操作，挑戰兩顆氣球各種不同情況的變化。



▲連通的大、小氣球變化會如何？（[連結 1](#)）

## 貳、操作步驟

### 一、第一部分：大小氣球的變化

1. 將氣球用絕緣膠帶纏繞在橡皮管上，避免打氣時漏氣。
2. 將矽膠管插入三通閥中，可沾一點水防止漏氣。
3. 利用打氣筒與三通閥，將氣體灌入氣球中，並讓氣球一顆大一顆小。
4. 挑戰讓大氣球變小，讓小氣球變大。
5. 挑戰讓小氣球變更小，讓大氣球變更大。



▲ 同學們的操作過程，討論如何黏氣球才不會漏氣

### 二、第二部分：量測氣球內部壓力

1. 將氣球與裝有水的三角錐形瓶連接，確保不會漏氣。
2. 灌入氣體後，錐形瓶內部壓力增加，因此水面會上升。
3. 量測水柱的高度，並觀察氣球的大小變化。
4. 定義氣球的大小，可量測直徑、圓周長、大氣次數、排水法等。
5. 繪製氣球大小與壓力之間的關係。



▲ 透過水柱的高度，量測氣球內外的壓力差，並計氣球的大小

### 三、第三部分：探究式實驗

1. 找尋生活中與「壓力」或「氣球」相關的主題。
2. 定義探究的內容與目標，開始規劃實驗與設計實驗裝置。
3. 紀錄過程中的數據、想法，並與實驗的結果相互比較。

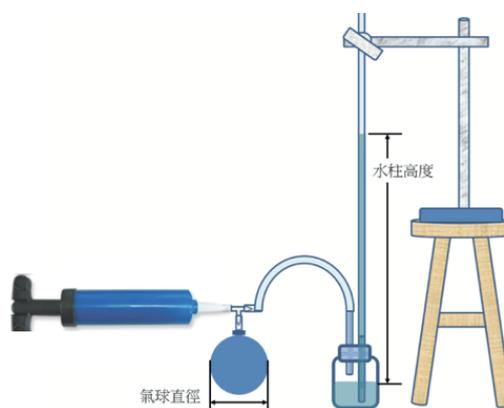
## 參、討論與分享：

### 一、大小氣球的變化：

1. 看似簡單的小實驗，其實考驗著同學們的動手能力。
2. 除了要認識三通閥的基本構造，實驗時更是要避免「漏氣」。
3. 主要在於產繞的方式，第一圈一定要纏得很緊，可將絕緣膠帶拉長後再黏，由於膠帶有收縮性，因此拉長在黏可以黏得更緊。
4. 細心的同學有注意到，除了大小氣球的變化，其實氣球的位置也是關鍵！

### 二、量測氣球內部壓力：

1. 氣球內部壓力基本量測是使用水壓的方式量測水柱高。
2. 實驗室有準備 esp32，也可透過數位的方式量測氣球內部的壓力。
3. 氣球的大小可量測直徑、圓周長、打氣次數、或利用排水法量測。
4. 同學們使用排水法時，有直接排水，另一種則是排氣後排水的方式量測。



### 三、探究元素：

1. 大小氣球中，氣球的位置是否有影響？氣球的壓力與大小、新舊是否差異？
2. 氣球的大小該如何定義？除了透過水柱的高度，有什麼方法能夠量測壓力？
3. 在「壓力」或「氣球」主題的延伸，為了讓同學更聚焦，因此分成規劃實驗內容，所需要的儀器，未來的應用等方向，讓同學們思考。
4. 透過便利貼的方式，分享每組各別的規劃，可以讓其他同學互相參考。



▲ 透過便利貼，能夠更有效率地讓同學們寫出後續的實驗方向

# 學習評量內容 (學生的書面報告)

## 1. 學習單：

雖然同學們一起做實驗，但對於回答學習單的問題，絕對不相同，即便是相同數據，繪製出來的關係圖也會有所差異，因此讓每位同學都繳交學習單，了解同學們的個別完成度。

### STEAM 探究與實作學習單

1. 請問雙氣球示範實驗中，實驗前，你認為大小氣球會有什麼樣的變化？是否與你本來的猜測相同？若相同，請嘗試解釋兩氣球大小的變化因素。若不同，請嘗試說明你本來的想法，作完本氣球壓力實驗後，是否有讓你解感呢？

實驗前，我認爲理所當然地，大氣球會變小，小氣球會變大。但實驗後，我發現不一定氣球體積越大，之中空氣壓力越大，而是在氣球膜操過一個限度後，之中氣壓不會隨大小增加，而不同顏色的氣球，因為皮的厚度不同，也會造成大小相同壓力不同的情況。因此，我們推測氣球大小(不是過大或過小)和球皮厚度是影響氣球大小的變化因素，也透過控制

2. 請討論本水壓計測量氣球壓力實驗的物理概念與托里切利測量大氣壓力實驗的異同。這兩項變因，兩實驗相同之處在於：都以液柱的高度，量測氣體的壓力，我們輕鬆做出了大氣壓力的三種變化。

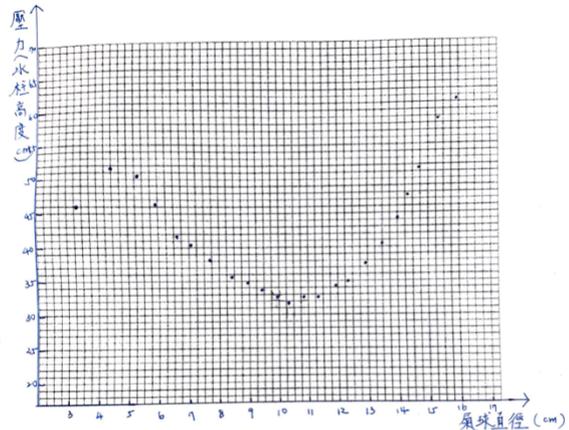
應用的原理者已知液體的密度和高度，以推算壓力，以及等液面(非液柱中)時的壓力相等的原理。在量測目標和實驗操作則有些許差異。本水壓計量測的是氣球內氣體的壓力，托里切利測空的是大氣壓力，並且我們用的是絕非過度的水柱，托里切利使用的是水柱「最大的」不同點是我們的橡膠管口是開的，沒有抽真空，所以在推算壓力時便需在水面壓力。



小時候吹氣球時，在剛開始，總是吹得面紅耳赤，使盡吃奶的力氣氣球卻只漲大一點點，而在氣球增大一些之後，就能很輕鬆地將它吹大，接著氣球又會變得越來越難吹，就如同所繪出關係圖，前面應該是氣球膜還沒有變薄變鬆的狀態，壓力向上爬升，而後有吹過氣球的人應該都體驗過氣球膜在世界的某一瞬間突然變大、被撐開，也就是圖中大約 4.5cm 處的高點，隨著氣球膜被撐得越來越開，壓力也隨大小下降，又來到某個臨界點後，氣球膜便不再再擴大擴張，如圖中氣球直徑 10.3cm 處的高點，隨後氣球變得越來越難吹，到最後，氣球可能變得極難再吹氣進去或著直接爆開。

▲每位同學都必須繳交的學習單

4. 請問你完成本實驗數據後，所繪出的氣球直徑(大小)與壓力關係圖是否如你所料，請問你會如何生活 經驗來解釋此圖表。

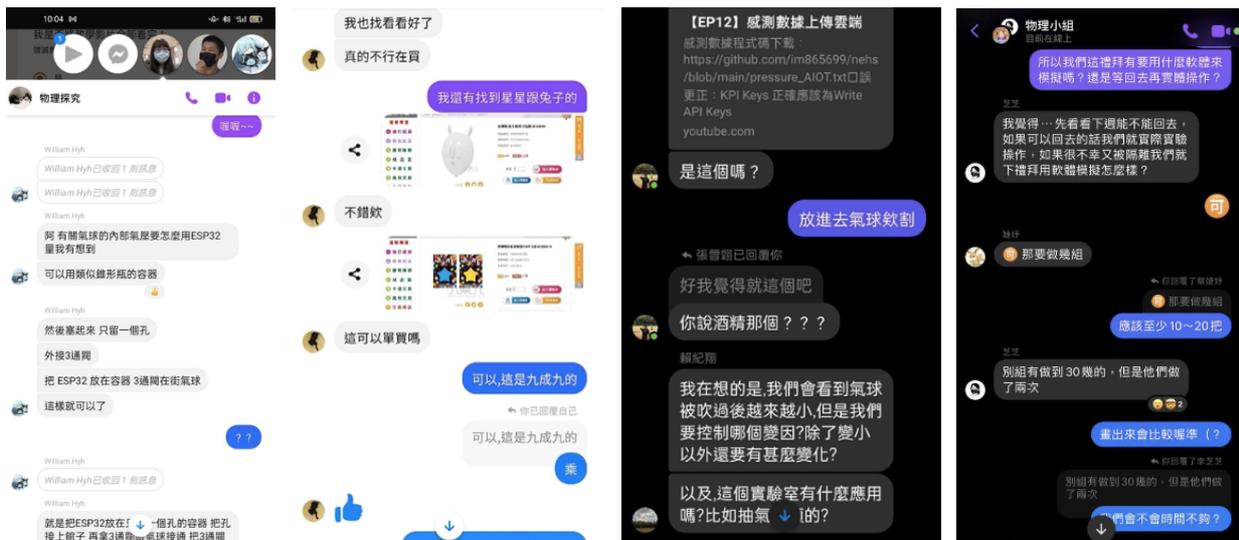


5. 請問完成本實驗數據後，你覺得雙氣球示範實驗中兩顆不同大小氣球的變化，一定是小顆的氣球氣體流入大顆的氣球嗎？

不一定，這完全取決於兩顆氣球各自的壓力，壓力較小的氣球，其體積會朝氣壓最低點移動，其大小可能變大也可能變小，壓力較小的氣球則會朝壓力變大的點移動，由此可知，氣體不一定由小顆吹大顆氣球流出，甚至可能根本沒有改變。

## 2. 上課討論：

課堂的討論 (參與度) 也是評分之一，但線上課程該如何評分，因此請同學們上傳小組的討論過程，截圖後整理成 pdf 檔上傳，作為討論評分的一部分。



▲不同組別的同学，線上討論的截圖

### 3. 期末影片：

將第二部分的探究式實驗內容，也就是與生活相關「壓力」或「氣球」的探究實驗製作成影片，剪輯後 3~5 分鐘，上傳至雲端資料夾，最後一堂可讓同學們觀看彼此的成果。



▲各式各樣不同主題的研究題目，更多內容可參考上傳影片

### 4. 學習歷程檔案 (此部分未評分)

#### 課程簡介

學習內容與課程願景：STEAM(分別代表:科學、科技、工程、藝術、數學)科學教育計畫的理念是培養學生動手做、發明、創造的能力，以適應科技日新月異的社會。在課堂中，老師鼓勵學生以新思維動手做實驗，透過跨領域學習從多個面向了解事物的本質，同時培養面對困境與解決問題的能力。在本學期課程中老師即採用這種教學模式，讓我們自行決定研究主題、設計實驗並深入探索。

上課進行方式：在STEAM的科學探究課程中，老師讓我們以兩人一組的方式進行實驗，從主題發想、設計實驗到實際操作實驗都由我們完成，並於學期末拍攝影片，完整的呈現實驗的過程與成果。

相關學習技能：物理相關素養、實驗設計能力、實驗操作能力、數據處理能力、影片製作能力、團隊合作……

工作分配表：

成員	工作分配
黃靖宇	主題發想、完成 Esp-32 測量、完成釘床實驗、製作影片後影片、影片錄音、剪輯影片(剪輯片段、處理音效、字幕等...)
陳禮汎	主題發想、完成釘床實驗、製作影片後影片、影片錄音(音)

#### 實驗結果

經過測量，打氣筒完整打一次氣體體積為45毫升，我們對氣球將打氣次數從1次逐漸增加至30次，根據水柱上升高度紀錄氣球壓力與下表：

圖四、氣體體積與壓力之間的關係(圖片來源：自行繪製)

由實驗結果得知，隨著氣體體積增加，氣球內部的壓力會先下降，到一定程度之後持平，接著才會漸漸回升。

這樣的結果也可以驗證日常中的科學，當我們在吹氣球時，剛開始會非常難吹起，之後會漸漸的變得容易吹許多，但當氣球達到一定的大小時又會隨著氣體體積變大而越來越難吹。

※完成實驗後，我們把實驗的觀察與結論寫在學習單上(詳見附錄1)。

#### 主題探究實驗

##### 主題發想

我們上網查詢了氣球的一些性質與延伸實驗，希望的一些靈感，直到某次看到國外的網站做關於釘床的實驗，和組員討論後決定的大致可行，也確定了我們的實驗主題。另外，我們也有與師長討論，兼顧實驗的可行性與應用層面，更符合STEAM的精神。

#### Esp-32

我們上網搜尋影片教學，自己組裝了學校提供的ESP-32零件，之後透過Arduino IDE(整合開發環境)平台撰寫程式碼，即可測量壓力等數據。

圖七、Esp-32裝置程式碼 圖八、Esp-32裝置(圖片來源：自行拍攝)

#### 測量結果

圖九、Esp-32測量氣球體積與氣球壓力關係

上方零星數值的點推測為測到氣球剛被打入氣球瞬間的壓力值。測量結果除了得到與傳統測量相同的趨勢，也獲得精確的數值。

#### 釘床實驗

##### 製作釘床

參考網路資料後，規劃製作釘床的步驟包含：

準備一底座 -> 在上方黏上雙面膠 -> 插上釘子

在實際操作後，我們發現這樣的固定效果不佳，一有重物釘子容易鬆掉，因此在釘子與釘子間塗上熱融膠加固。

圖十、釘床製作(圖片來源：自行拍攝) 圖十一、釘床成品(圖片來源：自行拍攝)

##### 實驗裝置與操作方式

圖十二、釘床實驗裝置(圖片來源：自行拍攝)

#### 實驗一：探討氣球壓力、張力與刺破所需的力之關係

##### 實驗方法

- 操縱變因：氣球體積(打氣次數)
- 固定底下為連長 545 的釘床，觀察氣球的體積(會連帶影響壓力、張力等)對於刺破所需之力的趨勢變化。

##### 實驗結果

氣球顏色	打氣次數(次)	氣球爆破時壓力(g)	爆破型態
紅	15	>5400	不會破
黃	30	4028	孔
粉	45	3013	孔
紅	60	2498	裂
綠	75	1825	裂
藍	90	1551	裂
黃	105	1277	裂

我們紀錄了氣球爆炸時的壓力大小與爆破時的狀況，經過多組實驗後，我們歸納出的結論是氣球張力比較小時，容易呈現破一小孔的型態；相對地，氣球張力比較大時，就容易在爆炸時產生長條的裂縫。下面由左至右分別為打氣 15、30、45、60、75、90、105 下：

#### 應用

關於壓力、力、面積有許多生活的應用。

- 打針的針頭就要做的面積很小才能穿過皮膚
- 容針蓋可能讓與地面接觸面積越大越好，讓在雪上行走變容易一些
- 土木工程和建築上，結構皆需要長期承受壓力

#### 課程活動 - 成果影片製作

完成實驗後，我們將這次的STEAM實驗課程的實驗過程錄製成一部影片，內容主要透過淺顯易懂的方式介紹我們的實驗相關細節，我們這次主要以投影片搭配白板的製作影片。我主要負責影片剪輯的工作，除了將影片剪輯在一起，還進行加上轉場動畫、處理音響、字幕、上旁白音響等許多的工作。完成之後，就大功告成了！

#### 成果影片

影片網址：<https://www.youtube.com/watch?v=4h1YCNbQ4>

▲ 學生將探究實作課程的內容，繳交至學期歷程檔案，留下學習的點滴。

### 參考資料：

- Balloons revisited  
<https://reurl.cc/eOm4V7>
- 108 南一高中究素這麼自然-物理第 02 期—利用水壓計測量氣球壓力  
[https://trans.nani.com.tw/Nani\\_1/#/NaniProducts/4/img-id/2714](https://trans.nani.com.tw/Nani_1/#/NaniProducts/4/img-id/2714)

附錄：節錄課程簡報



1



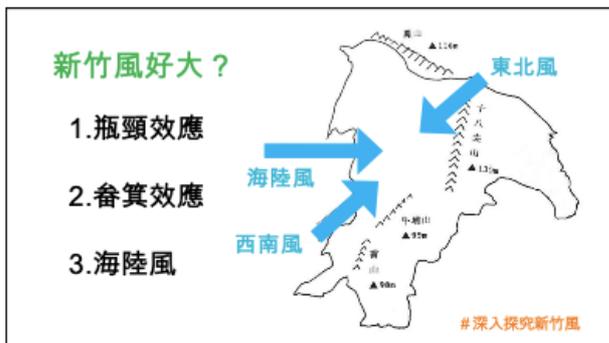
2



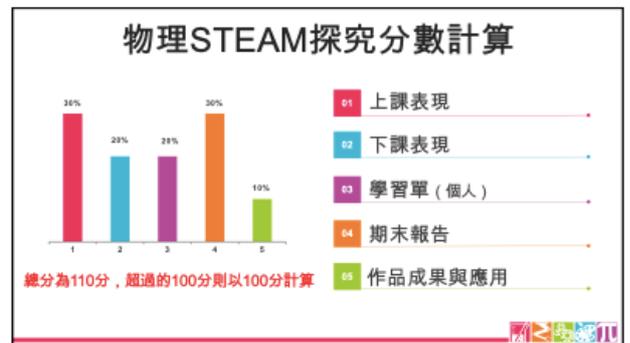
3



5



6



8

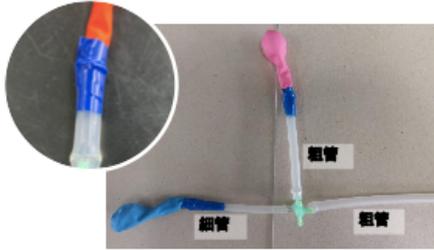


9



10

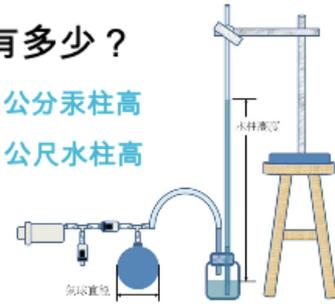
### 器材簡介 - 三通閥和軟管尺寸



12

### 氣球壓力有多少？

水壓：1atm = 76 公分汞柱高  
= 10 公尺水柱高



14

### 組裝與測量小技巧

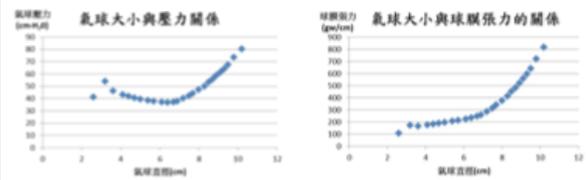


1. 玻璃管、橡皮管沾水
2. 慢慢旋轉，不要硬塞
3. 平衡時再測數據



15

### 參考實驗結果



球膜張力  $T(r) = \frac{\Delta P \times r}{2} = \frac{\Delta P \times \text{氣球直徑}}{4}$

16

### 探究時做的實驗器材

- 材料包**  
夾鏈袋、標籤紙（寫上班級、組別）、氣球  
三通接頭、矽膠軟管(粗x2、細x1)、電路板
- 共用工具**  
打氣筒、電工膠帶、玻璃管、錐形瓶、支架  
橡皮塞、長尾夾、剪刀文具等
- 其他裝置**  
燒杯、量筒、水桶、試管、針筒、單通閥、鑽孔器



18



### 小探究，大發現

- 不同的氣球
- 新舊氣球
- 氣球的伸展

- 壓力與風速
- 壓力與高度
- 壓力與天氣

- 壓力計
- 手機感測器
- 負壓量測

- 外加重物
- 刺破
- 釘床



19

### 小探究，大發現



20

### 創意發想



21