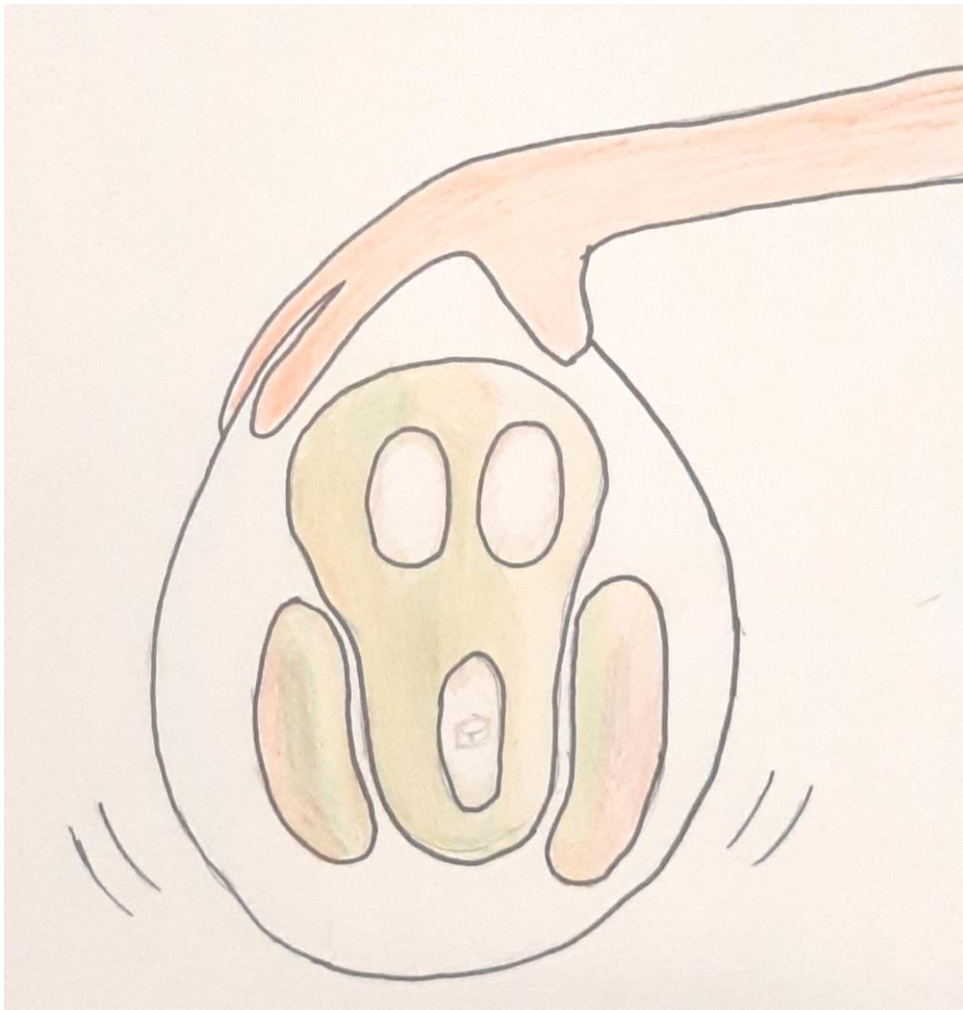


# 嘉義市第 38 屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：物理科

組 別：國小組

作品名稱：尖叫氣球---利用物品讓氣球發聲之研究



關鍵詞：氣球、螺帽、旋轉

編號：

## 摘要

本研究在探討利用物品讓氣球發聲的條件有哪些，我們發現：(1)以圓形氣球最容易讓旋轉物沿著氣球壁旋轉起來，且氣球不可以充太飽，容易破掉。(2)旋轉物的邊緣越明顯，音頻越高。(3)相同尺寸的氣球，旋轉螺帽較大時，產生的音頻會較低。(4)氣球較大，旋轉時相同規格的螺帽，氣球產生的音頻則是較高。(5)當螺帽在氣球內部的旋轉速度加快，音頻會升高，旋轉軌跡呈斜面旋轉。

## 壹、 研究動機

我們是一群志同道合的朋友，對科學實驗非常有興趣，去年也一起參與了科展實驗，今年當然也要繼續囉！由於在五級下學期我們學到了物體振動會發聲，所以上網搜尋發現了旋轉氣球而產生聲音的影片，於是激發了我們的興趣，而開啟了這次科展的實驗。

◎ 作品與教材應用的相關性：

1. 康軒版自然與生活科技 第一冊 第三單元 看不見的空氣
2. 康軒版自然與生活科技 第五冊 第四單元 力與運動
3. 康軒版自然與生活科技 第六冊 第四單元 聲音與樂器

## 貳、 研究目的

- 一、 探討可以明顯製造聲音的氣球
- 二、 探討不同旋轉物在氣球內產生聲音的差異
- 三、 探討螺帽在氣球內產生聲音的差異
- 四、 探討螺帽在氣球內部的旋轉運動的狀態

## 參、 研究設備及器材

類別	項目
1.氣球	透明球型（3吋、5吋、10吋）、心型、長條型
2.旋轉物	螺帽（1分、1分5厘、2分5厘、3分）、 方形磁鐵、一元硬幣、彈珠
3.測量工具	電子秤(BS-Series 200×0.01g)、尺、測音軟體（Spectrum）、游標尺
4.其他	打氣筒、50ml 量筒、注射器

## 肆、 研究過程

### 一、文獻探討

我們收集相關的研究資料發現在《玩出創意 4》及台中教育大學『科學實驗室』網站有相關的內容，其原理如下：

螺帽是六邊形的結構，在氣球內部滾動時，螺帽的每一邊會陸續撞擊氣球皮而產生振動，促使氣球周圍的空氣振動，因而產生聲音。如果螺帽換成一元銅板或鋼珠，一元銅板邊緣的凹凸並不明顯，滾動時產生的振動就很小，因此聲音並不大聲。而鋼珠更為平滑，在氣球內部滾動時就幾乎沒有聲音了。

### 二、研究架構

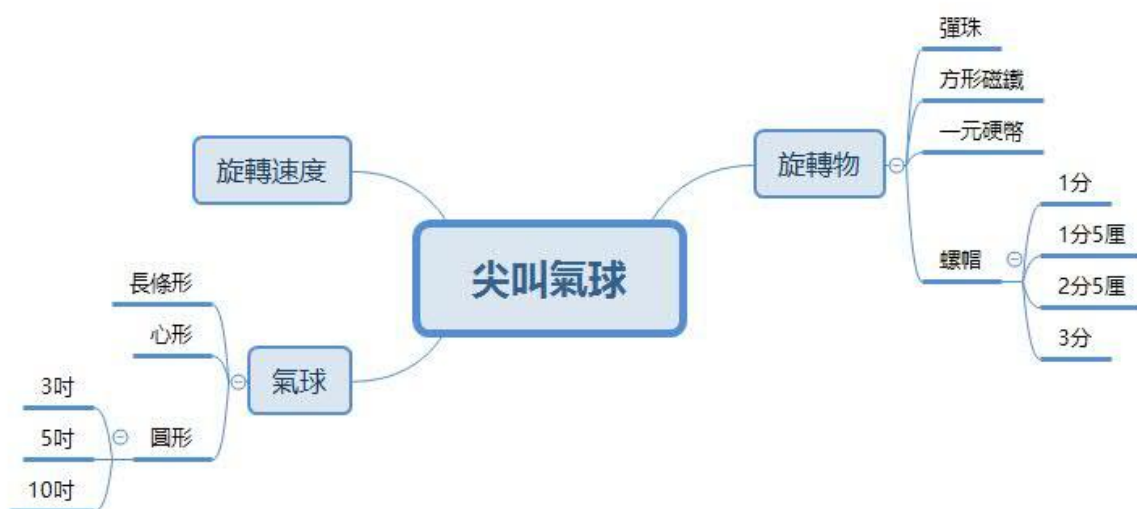


圖 2.研究架構圖

### 三、尖叫氣球的製作設計過程

#### (一) 氣球大小設定

由於氣球充氣太飽易破，所以氣球大小以實際寬度再減少 1cm。

種類	長氣球	5 吋心形	3 吋圓形	5 吋圓形	10 吋圓形
尺寸 (寬×長)	4×13 cm	15×13.5 cm	7×9.2 cm	11×12.5 cm	21×22 cm

#### (二) 如何測量氣球寬度：

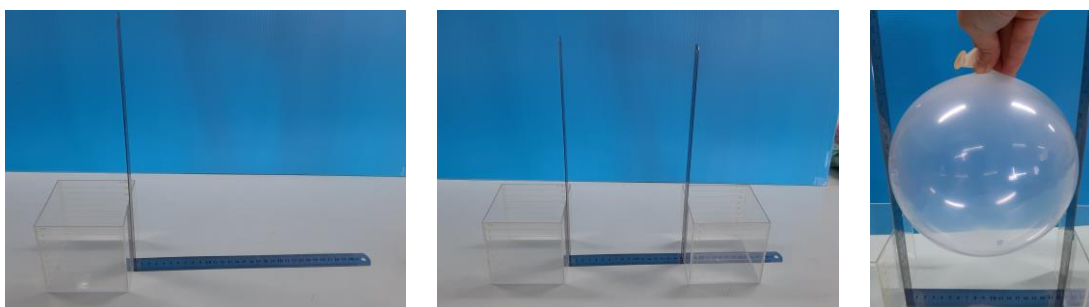


圖 3.(左)把一隻直尺平放固定在桌面上，將左邊的尺固定在方盒並黏在桌面上的那隻尺的前端，對齊數字 0。

(中)用右邊的尺(固定在方盒上)，為可在桌面上移動。

(右)放入氣球，測量寬度。

#### (三)旋轉物體積測量方式：



圖 4.(左)把量筒裝水至 50ml 處。

(中)將旋轉物放入量筒中。

(右)用注射器取出超出 50ml 的水量即為旋轉物的體積。

#### (四) 氣球旋轉範圍：

依實際操作的氣球大小，取該氣球面積最寬處左右各加 2 公分寬。

#### (五) 實驗基本操作流程：

1. 把一個旋轉物放進氣球中。
2. 用打氣筒將氣球充氣後綁緊。
3. 抓住氣球上方，先上下晃動一下氣球，再利用手腕力量以順時針方向繞圈快速旋轉氣球。
4. 開啓平板 Spectrum 軟體，將旋轉中的氣球靠近平板電腦的麥克風，軟體就會即時進行聲音的分析。如圖 5，取分析圖中的音量最高的做為主要的音頻。
5. 每次實驗 5 次，取平均。

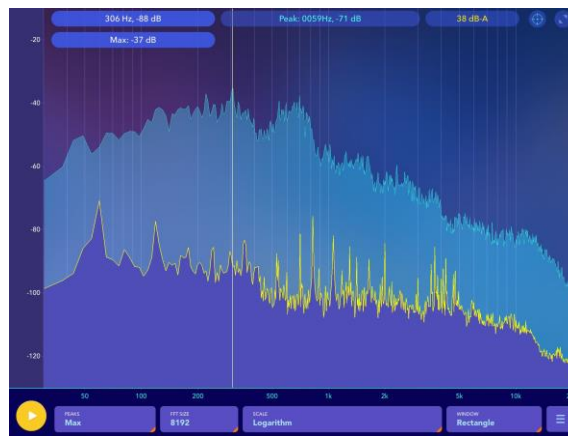


圖 5.Spectrum 軟體找音頻方式

#### 四、研究內容

##### 研究一、探討可以明顯製造聲音的氣球

###### (一) 實驗設計：

操縱變因：氣球種類（長條形、5 吋心形、5 吋圓形）

控制變因：1. 限定旋轉範圍。

2. 旋轉者固定。

3. 氣球內的旋轉物（1 分螺帽）。

應變變因：測量發聲音頻（單位：Hz）



圖 6. 長條形氣球



圖 7. 心形氣球



圖 8. 圓形氣球

###### (三) 實驗步驟：依基本操作流程。

###### (四) 實驗結果：

表 1. 不同氣球產生聲音的音頻

	長條形 (寬 4cm)	愛心形 (最寬 16cm)	圓形 (最寬 11cm)
第 1 次	148	743	797
第 2 次	122	756	820
第 3 次	141	736	809
第 4 次	132	760	809
第 5 次	166	775	809
平均	141.8	754	808.8

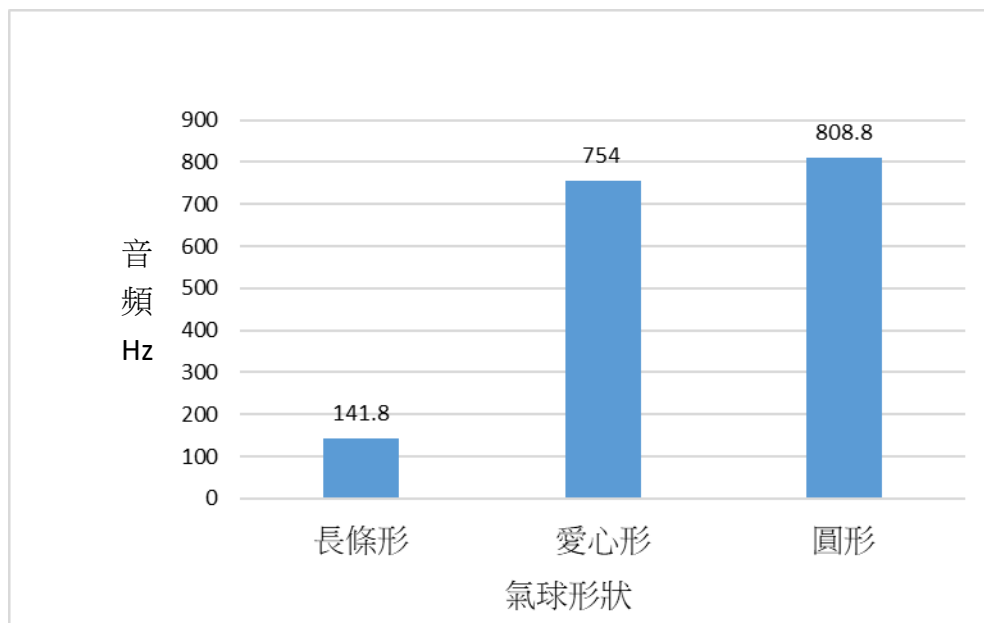


圖 9.不同形狀氣球的音頻長條圖

(五) 實驗討論：

1. 測量發聲音頻以圓形>心形>長條形氣球，所以以圓形氣球作為之後實驗形狀。
2. 在操作長條形氣球時，將氣球採直立式才能將螺帽旋轉起(如圖 6)，但可旋轉寬度太小，所以音頻最低。
3. 在操作心形氣球時，由於氣球內部呈波浪狀，所以不容易轉起，當轉起後旋轉軌跡也容易被打斷。且手拿愛心上方凸起處(如圖 10-1)比拿打結處(如圖 10-2)容易使螺帽旋轉起。



圖 10-1. 手拿愛心上方凸起處



圖 10-2. 手拿打結處

## 研究二、探討不同旋轉物在氣球內產生聲音的差異

### (一) 實驗設計：

操縱變因：旋轉物（彈珠、一元硬幣、方形磁鐵、1分螺帽）

控制變因：1.限定旋轉範圍

2.旋轉者固定

3.氣球規格（5吋）

4.氣球大小（最寬 11cm、高 12.5cm）

應變變因：測量發聲音頻（單位：Hz）

### (二) 實驗步驟：依基本操作流程。

### (三) 旋轉物規格：

表 2. 旋轉物規格

	彈珠	一元硬幣	方形磁鐵	1分螺帽
寬×厚度(mm) ±0.05	17.0×17.0	20×1.6	10×0.1	5.80×2.80
重量(g) ±0.05	6.33	3.76	1.55	0.43
體積(cm <sup>3</sup> )	2.5	0.5	0.2	0.1



圖 11.由左至右分別是彈珠、一元硬幣、方形磁鐵、1分螺帽

### (四) 實驗結果：

表 3. 不同旋轉物在氣球內產生的音頻

	彈珠	一元硬幣	方形磁鐵		1分螺帽
			1個	3個	
第1次	無明顯響亮聲音	79	245	230	797
第2次		67	241	244	820
第3次		65	244	243	809
第4次		52	241	253	809
第5次		72	236	221	809
平均		67	241.4	238.2	808.8



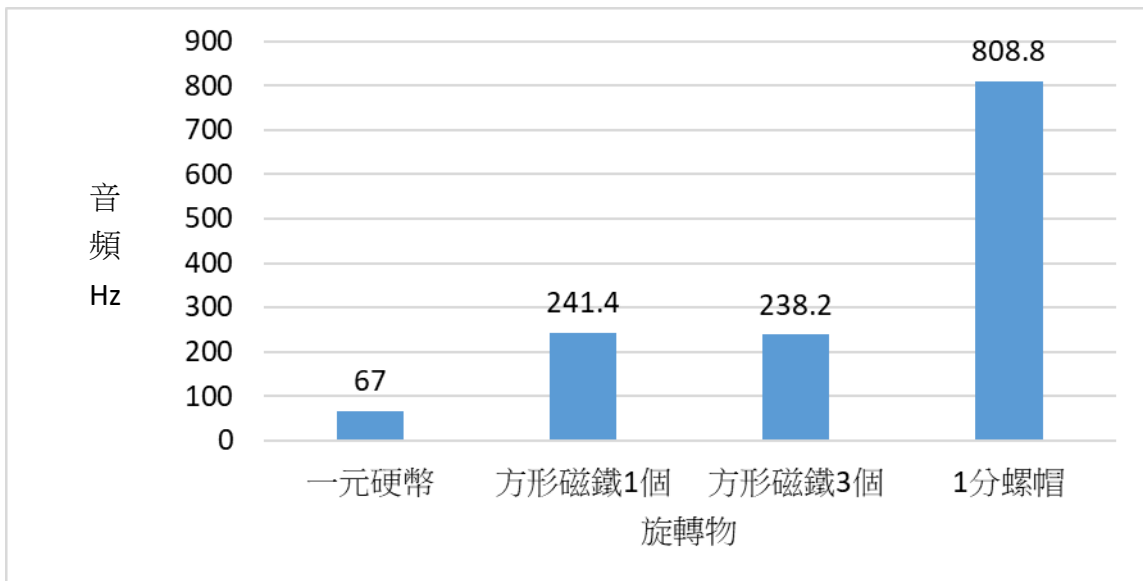


圖 12. 不同旋轉物產生的音頻長條圖

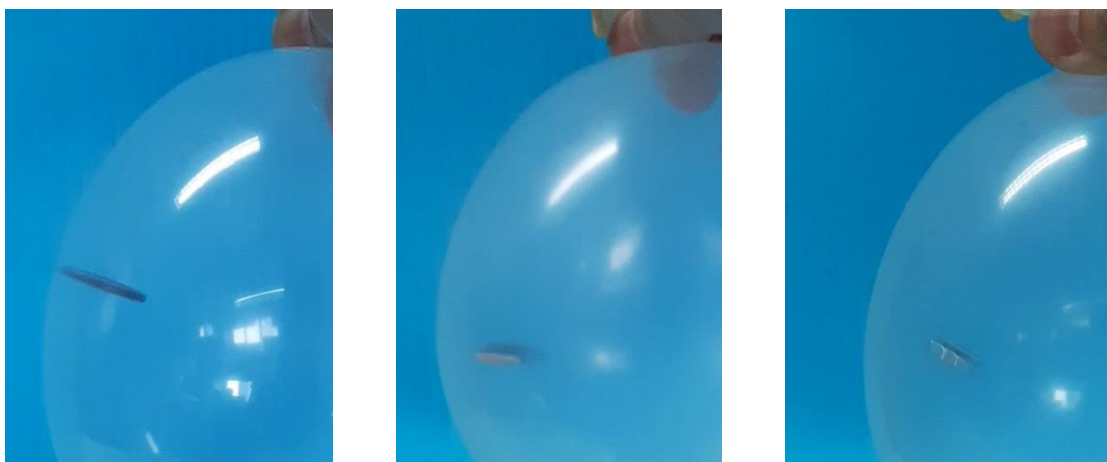


圖 13. 由左至右分別是一元硬幣、方形磁鐵、1 分螺帽在 5 吋氣球內部旋轉情形

#### (五) 實驗討論：

1. 測量發聲音頻以螺帽>方形磁鐵>一元硬幣，彈珠無明顯響亮聲音則不做比較。
2. 實驗發現硬幣、磁鐵及螺帽在氣球內部皆以水平方式旋轉，旋轉物的邊緣越明顯，音頻越高。
3. 利用磁鐵可互相吸特性將 3 個磁鐵組成 1 個旋轉物，而從旋轉 1 個與 3 個磁鐵的音頻實驗中發現，增加旋轉物厚度，對於音頻並無明顯的差距。

4. 由於手動旋轉氣球還是無法準確控制轉速，所以我們有想到要利用智高積木及馬達來做出機器手臂以代替人為轉動，但轉速難以控制讓旋轉物可以順利在氣球中旋轉，最後宣告失敗。

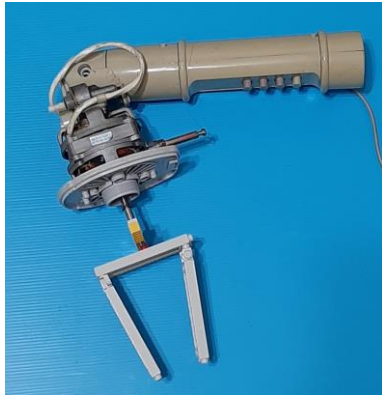


圖 14-1. 機器手臂(立扇+智高積木)-最低轉速仍太強，會使積木解體，氣球爆破。



圖 15-2. 機器手臂(小立扇+氣球桿+球拖)-氣球可以旋轉，但旋轉物無法順利沿球壁轉動。

### 研究三、探討螺帽在氣球內產生聲音的差異

#### (一)實驗設計：

操縱變因：A.螺帽（1分、1分5厘、2分5厘、3分）

B.氣球（3吋、5吋、10吋）

控制變因：1.限定旋轉範圍

2.旋轉者固定

應變變因：測量發聲音頻（單位：Hz）

#### (二) 實驗步驟：依基本操作流程。

#### (三) 螺帽規格：

表 4.螺帽規格：

稱呼	1分	1分5厘	2分5厘	3分
英吋	1/8"	3/16"	5/16"	3/8"
寬×厚度(mm) ±0.05	5.80×2.80	7.95×3.90	11.80×5.70	13.90×6.80
重量(克)	0.43	1.06	3.28	5.15
體積(cm <sup>3</sup> )	0.1	0.2	0.5	0.9



圖 14.由左至右分別是 1分、1分5厘、2分5厘、3分的螺帽

#### (四) 實驗結果：

表 5. 螺帽在氣球內產生音頻

	1分	1分5厘	2分5厘	3分
3吋	569.2	368	243.4	
5吋	808.8	497.4	311.6	285.8
10吋	1287.8	856.4	538.8	424.2

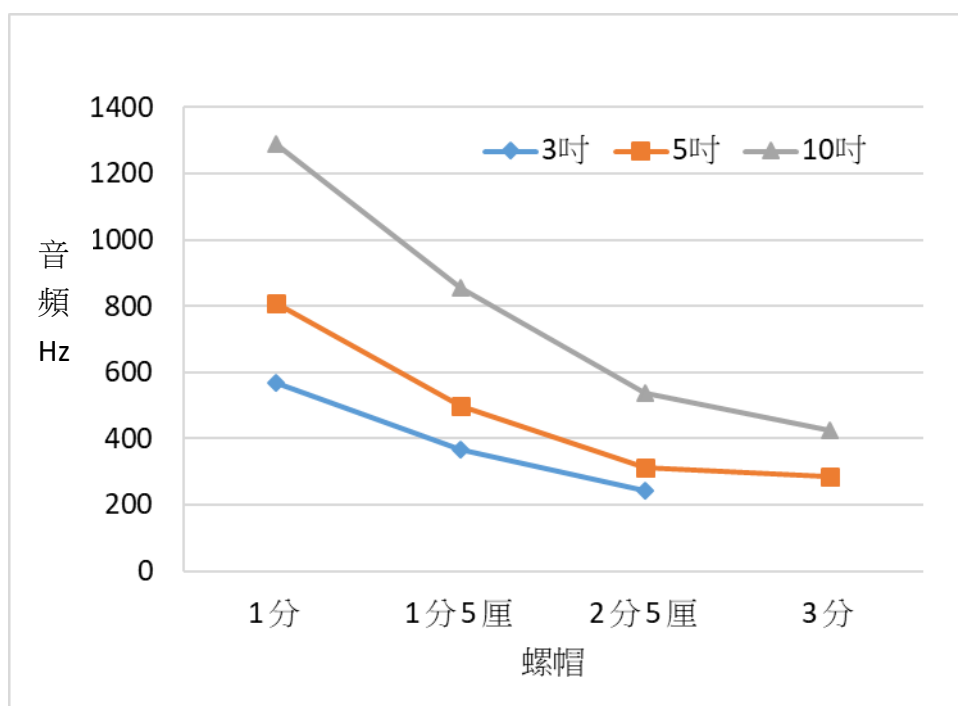


圖 15. 四種規格螺帽與三種大小氣球的音頻折線圖

(五) 實驗討論:

1. 在相同大小的氣球內，螺帽較大，旋轉時氣球產生的音頻較低。
2. 以相同規格螺帽在不同大小氣球內，氣球較大，旋轉時氣球產生的音頻較高。
3. 由於 3 分螺帽的尺寸太大，無法放入 3 吋氣球內進行實驗。

研究四、探討螺帽在氣球內部的旋轉運動的狀態

(一)實驗設計：

操縱變因：A.氣球（5 吋、10 吋）

B.螺帽（1 分 5 厘、3 分）

控制變因：1.限定旋轉範圍

2.旋轉者固定

3.氣球尺寸

4.旋轉物

應變變因：測量發聲音頻（單位：Hz）

(二) 實驗步驟：

1. 背景放置切割墊。
2. 利用平板 Spectrum 軟體，使音頻維持在柱狀頻譜圖的同一區間(如圖 16)。
3. 利用手機慢動作拍攝，並測量轉速。
4. 計算旋轉物轉速：
  - (1)先計算出轉 1 圈幾秒： $\text{慢動作旋轉時間} \div \text{慢動作速率} (8 \text{ 倍}) \div \text{圈數}(10 \text{ 圈})=a$
  - (2)再計算 1 秒轉幾圈： $1 \div a$

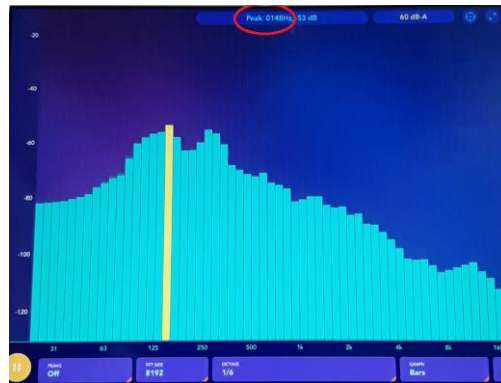


圖 16. 柱狀頻譜圖

(三) 實驗結果：

表 6.五吋氣球(1 分 5 厘螺帽)的平均轉速

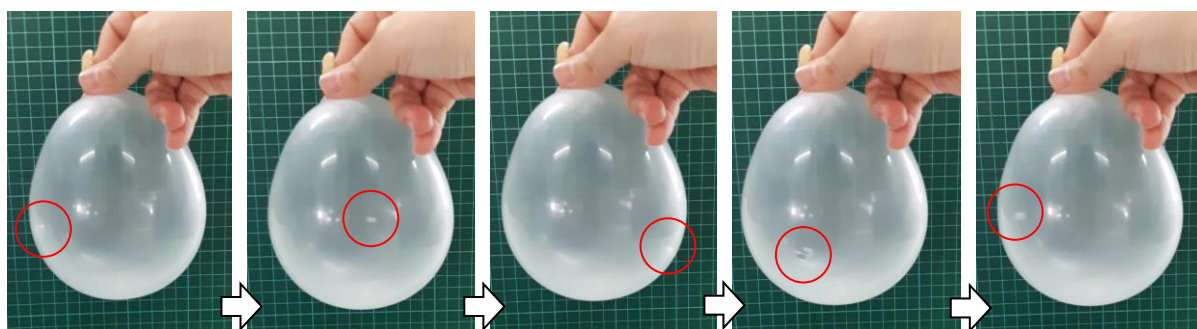
音頻 264Hz				音頻 529Hz			
時間 (秒)	a (秒/圈)	轉速 (圈/秒)	平均 轉速	時間 (秒)	a (秒/ 圈)	轉速(圈 /秒)	平均 轉速
20	0.25	4.00	3.92	11	0.1375	7.27	6.92
20	0.25	4.00		11	0.1375	7.27	
21	0.2625	3.80		12	0.15	6.66	
20	0.25	4.00		13	0.1625	6.15	
21	0.2625	3.80		11	0.1375	7.27	

表 7.五吋氣球(3 分螺帽)的平均轉速

音頻 148Hz				音頻 297Hz			
時間 (秒)	a (秒/圈)	轉速 (圈/秒)	平均 轉速	時間 (秒)	a (秒/ 圈)	轉速(圈 /秒)	平均 轉速
22	0.275	3.64	3.67	12	0.15	6.66	6.56
21	0.2625	3.80		12	0.15	6.66	
23	0.2875	3.48		12	0.15	6.66	
22	0.275	3.64		13	0.1625	6.15	
21	0.2625	3.80		12	0.15	6.66	

表 8.十吋氣球(3 分螺帽)的平均轉速

音頻 210Hz				音頻 471Hz			
時間 (秒)	a (秒/圈)	轉速 (圈/秒)	平均 轉速	時間 (秒)	a (秒/ 圈)	轉速(圈 /秒)	平均 轉速
31	0.3875	2.58	2.57	21	0.2625	3.80	3.70
32	0.4	2.5		22	0.275	3.64	
30	0.375	2.67		21	0.2625	3.80	
31	0.3875	2.58		22	0.275	3.64	
32	0.4	2.5		22	0.275	3.64	



(a):約 6 格高 (b):約 7 格高 (c):約 8 格高 (d): 約 5 格高 (e):約 8 格高

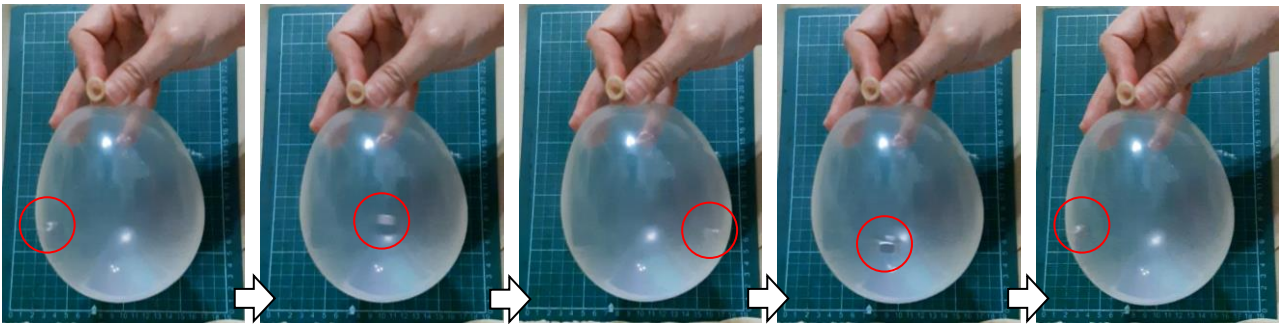
圖 17(a~e).一分半螺帽在 5 吋氣球內(音頻 264Hz)順時針旋轉一圈的情形





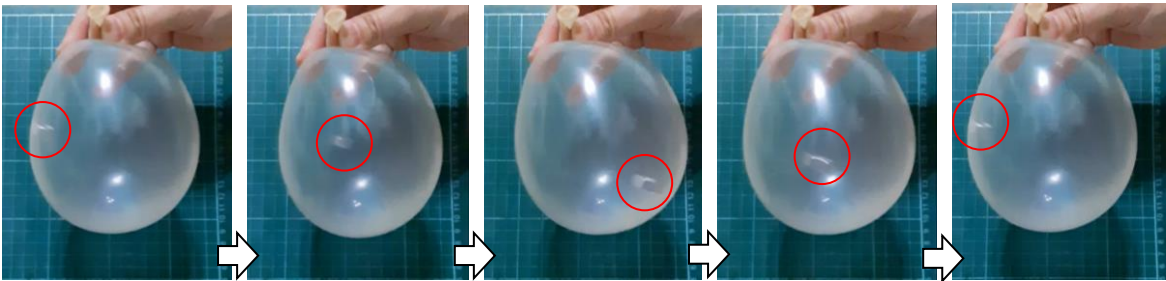
(a):約 12 格高 (b):約 10 格高 (c):約 8 格高 (d): 約 6 格高 (e):約 3 格高

圖 18(a~e).一分半螺帽在 5 吋氣球內(音頻 529Hz)順時針旋轉一圈的情形



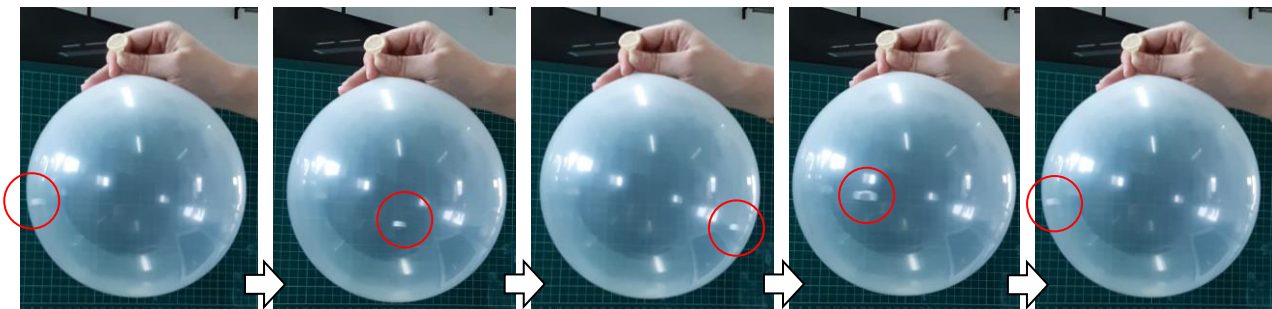
(a):約 7 格高 (b):約 6 格高 (c):約 5 格高 (d): 約 5 格高 (e):約 7 格高

圖 19(a~e).三分螺帽在 5 吋氣球內(音頻 148Hz)順時針旋轉一圈的情形



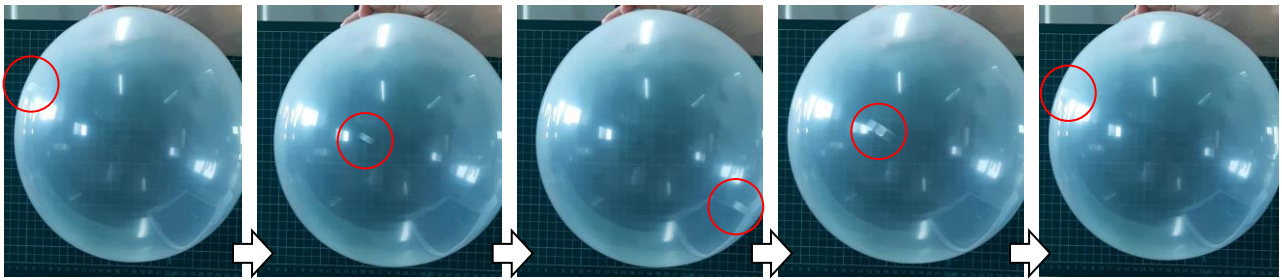
(a):約 10 格高 (b):約 9 格高 (c):約 4 格高 (d): 約 7 格高 (e):約 10 格高

圖 20(a~e).三分螺帽在 5 吋氣球內(音頻 297Hz)順時針旋轉一圈的情形



(a):約 11 格高 (b):約 10 格高 (c):約 10 格高 (d): 約 11 格高 (e):約 11 格高

圖 21(a~e).三分螺帽在 10 吋氣球內(音頻 210Hz)順時針旋轉的一圈情形



(a):約 17 格高 (b):約 15 格高 (c):約 7 格高 (d): 約 15 格高 (e):約 17 格高

圖 22(a~e).三分螺帽在 10 吋氣球內(音頻 471Hz)順時針旋轉一圈的情形

#### (四) 實驗討論：

1. 從表 6~8 可知，可知音頻高的轉速快，反之轉速慢的音頻則低。
2. 五吋氣球(1 分 5 厘螺帽)平均轉速為 3.92 圈/秒，由圖 17 可看出螺帽的旋轉軌跡最高約是 8 格，最低約是 5 格，接近平面旋轉，而平均轉速為 6.92 圈/秒，由圖 18 可知螺帽旋轉軌跡最高約是 12 格，最低約是 3 格，呈斜面旋轉。
3. 五吋氣球(3 分螺帽) 平均轉速為 3.67 圈/秒，由圖 19 可看出螺帽的旋轉軌跡，最高約是 7 格，最低約是 5 格，接近平面旋轉；而平均轉速為 6.56 圈/秒，由圖 20 可知螺帽旋轉軌跡最高約是 10 格，最低約是 4 格，呈斜面旋轉。
4. 十吋氣球(3 分螺帽) 平均轉速為 2.57 圈/秒，由圖 21 可看出螺帽的旋轉軌跡，最高約是 11 格，最低約是 10 格，接近平面旋轉；平均轉速為 3.70 圈/秒，由圖 22 可看出螺帽旋轉軌跡最高約是 17 格，最低約是 7 格，呈斜面旋轉。
5. 相同五吋氣球比較 1 分 5 厘和 3 分的螺帽，發現螺帽體積較小所需的轉速較快。
6. 旋轉 3 分的螺帽時，比較五吋和十吋氣球發現氣球較小所需的的轉速較快。



## 伍、研究結論

1. 氣球不可以充太飽，容易破掉，以氣球大小以實際寬度再減少 1cm 為佳。
2. 可以明顯發聲且順利旋轉氣球以圓形氣球最好；心形氣球由於內部呈波浪狀，在旋轉時容易打亂旋轉的軌跡；長條形氣球的寬度太窄，產生的音頻最低。
3. 旋轉物的邊緣越明顯，音頻越高；測量發聲音頻以六角形螺帽>方形磁鐵>一元硬幣，彈珠邊緣平滑則無明顯響亮聲音；增加旋轉物厚度，對於音頻並無明顯的差距。
4. 在相同大小的氣球內，螺帽較大，旋轉時氣球產生的音頻較低；反之，螺帽較小，旋轉時氣球產生的音頻較高。
5. 以相同規格螺帽在不同大小氣球內，氣球較大，旋轉時氣球產生的音頻較高；反之，氣球較小，旋轉時氣球產生的音頻較低。
6. 螺帽在氣球內部的旋轉運動的狀態以轉速較快，音頻較高，螺帽在氣球內部的高度落差也較大，旋轉軌跡呈斜面旋轉；反之，轉速較慢，音頻較低，軌跡高度落差也較小，接近水平方式旋轉。。

## 陸、未來研究

由於手動旋轉氣球還是無法準確控制轉速，希望未來可以成功做出機器手臂來代替人為轉動。

## 柒、參考資料

- 一、國小自然與生活科技(2016)。第一冊。第三單元看不見的空氣。臺北：康軒出版社。
- 二、國小自然與生活科技(2016)。第五冊。第四單元力與運動。臺北：康軒出版社。
- 三、國小自然與生活科技(2016)。第八冊。第四單元簡單機械。臺北：康軒出版社。
- 四、許良榮（2017）。玩出創意 4：55 個奇趣科學玩具。臺北：五南出版社。
- 五、NTCU 科學遊戲實驗室（2019）。尖叫氣球。2019 年 9 月 13 日取自

<http://scigame.ntcu.edu.tw/voice/voice-021.html>