中華民國第52屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組　生活與應用科學科

080808

號角響起－多多號角製作與聲音研究

學校名稱：宜蘭縣壯圍鄉古亭國民小學

作者：	指導老師：
小六 張以鄀	林詠森
小六 康譽耀	蔡依玲
小六 楊茗婷	
小六 陳映霖	
小六 曾牧恩	

關鍵詞：樂器、聲調、號角

作品名稱:號角響起

摘要

我們利用廢棄的養樂多罐子，加上簡單的皮膜、發音管等構造，學習製作簡易樂器。從這個有趣的實驗活動，進一步改變樂器的構造來作為變因，探究養樂多號角能夠發出何種聲調頻率的聲響。研究結果發現發音管的長度決定聲音的頻率高低最為關鍵。此外皮膜的材質及鬆緊也影響聲調的頻率高低。另外我們也探討了瓶子的形狀、發音管的材質對音色或響度的影響，得到許多有趣的發現。

壹、 研究動機

自然課時上到有關於聲音的單元，由於參加了學校的管樂社團，所以對聲音與樂器的主題更加有興趣。老師教我們利用廢棄的養樂多罐子來製作樂器時，我們發現原來罐子、吸管加上空氣振動的原理可以產生響亮的聲音，十分有趣。因此才會進行多多號角的改良研究，既可以減少地球垃圾量，也可以當做樂器的一種喔!

貳、研究目的

一、學習利用廢棄養樂多罐製做多多號角
二、探討發音管的長度、粗細、材質等因素對聲調的影響
三、研究皮膜的材質對樂器聲音的影響
四、研究瓶子形狀大小對樂器聲音的影響

参、研究設備及器材

養樂多罐、各式吸管、銲槍、氣球、尺、電腦、Syaku8 頻率分析軟體、電子白板、麥克風、各式皮膜材料(紙張、塑膠等)

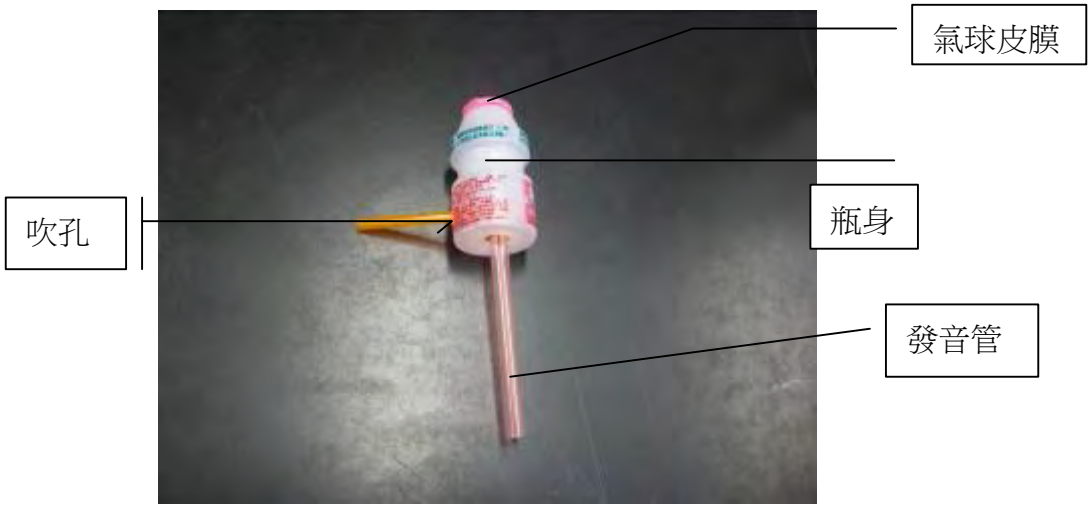


圖 1 多多號角名詞解釋

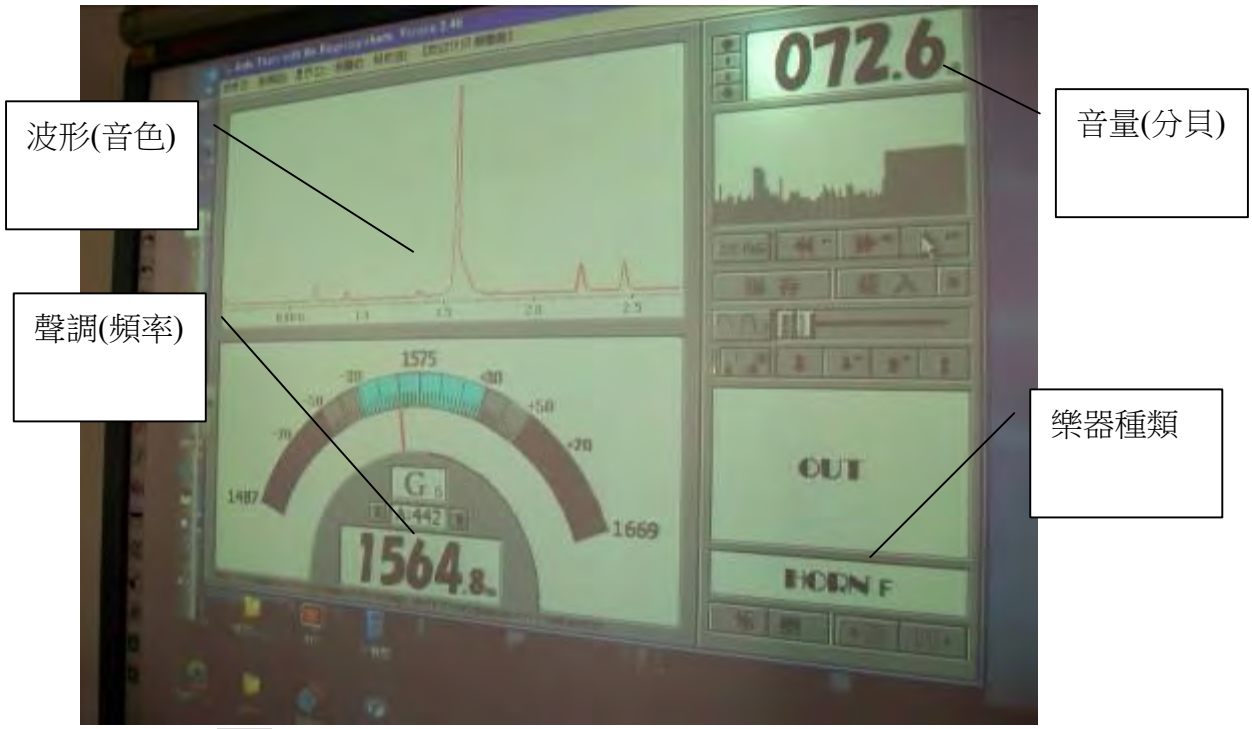


圖 2 利用網路軟體 syaku8 來測量聲音的高低頻率

肆、研究過程與結果討論

一、 資料研究與學習製作

1. 基本構造

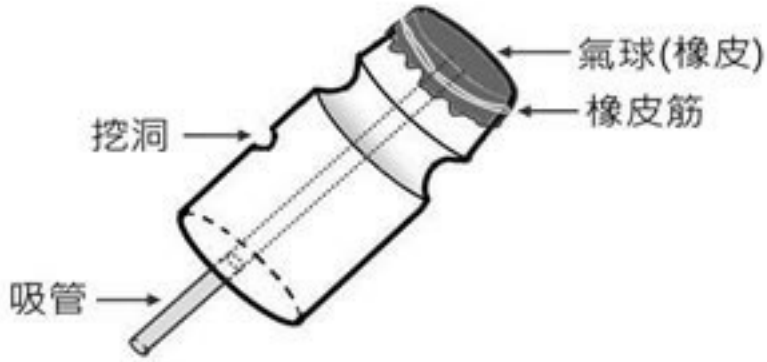


圖 3

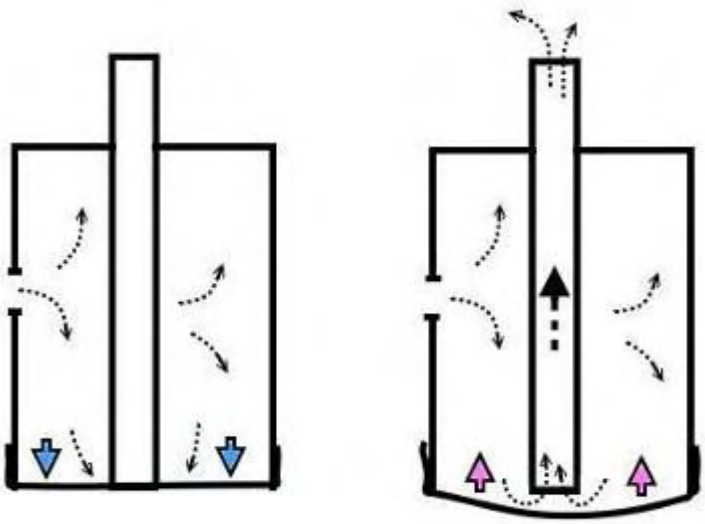


圖 4

2. 認識發音原理

多多號角有時被稱為 air horn (空氣號角)，其發出聲音的原理如上圖。一開始多多號角瓶子內是封閉狀態，吹氣進去時，氣壓會增加，壓迫氣球有彈性的皮膜（如圖 3），氣球的皮膜被壓力推開後，和吸管之間出現縫隙，讓氣流可以流出去，氣流一流出去，氣壓降低，氣球會因為原本的彈力回到原來位置，再度封閉吸管。如此反覆，使氣球皮膜來回振動，造成空氣的振動而發出聲音。

3 動手製作與測試(如下表 1)

1.在養樂多瓶子上量好鑽孔位置及孔洞大小，並做記號。	2.用銲槍在瓶子上面鑽孔。

3.將吸管穿過孔洞。	4.將瓶口端套上氣球皮膜，並用強力膠把發音管與鑽孔之間的細縫填補，避免漏氣。
5.吹看看能否發出聲音。	6.利用軟體測試音調並且紀錄下來。

表 1

二、 探討『發音管』部分對號角聲音的影響

研究概念圖如下表 2

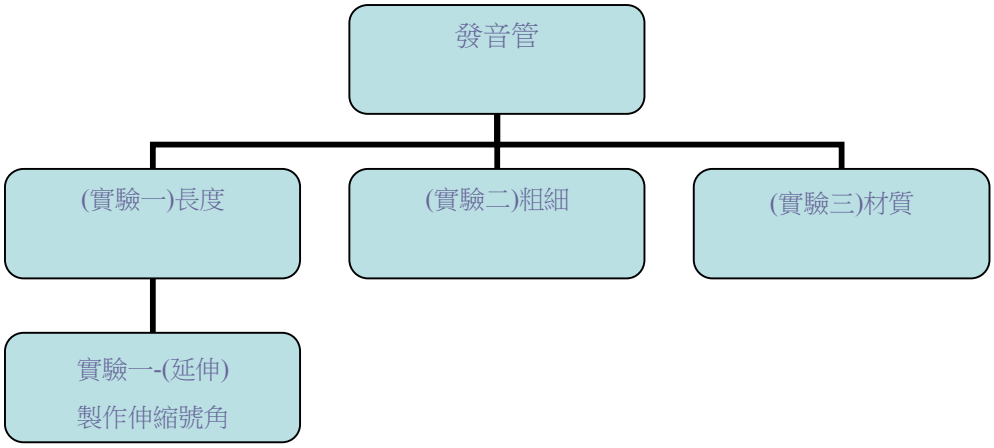


表 2

(一) **實驗一：探討發音管長度對音調的影響**

實驗裝置如下圖 5

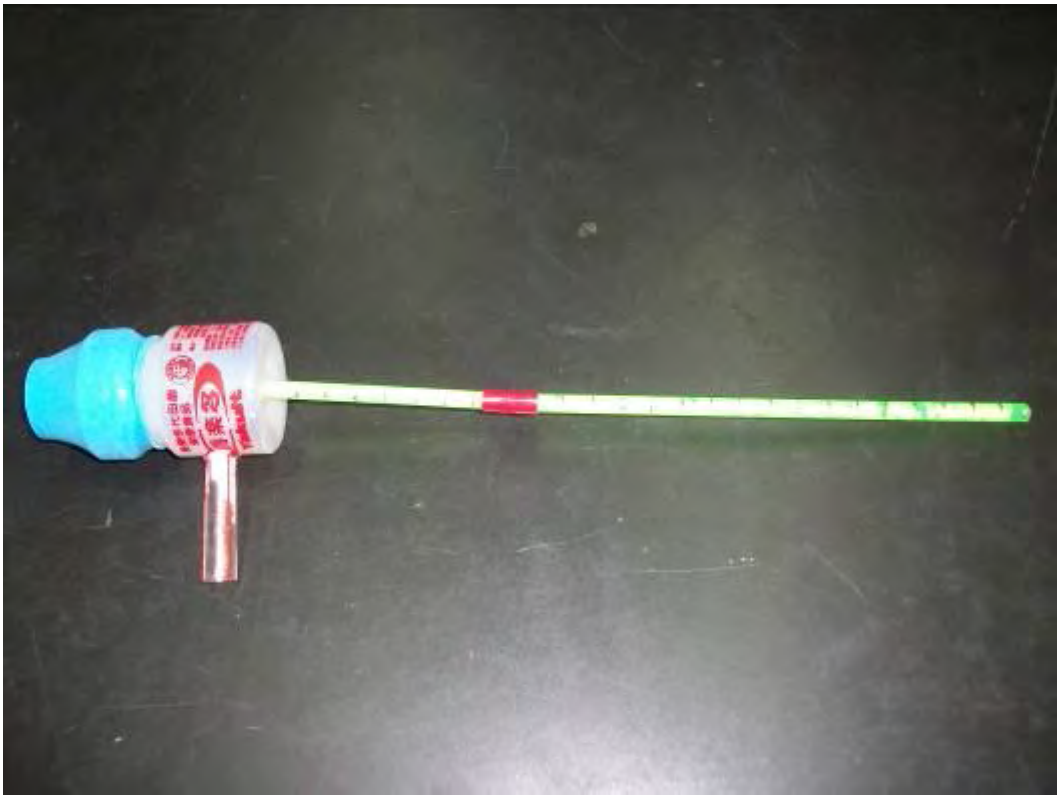


圖 5

1. 變因：發音管長度
2. 實驗方法：在發音管每 1 公分做記號，每次剪掉 1 公分的吸管，測量聲音的頻率，看看聲調有什麼變化並紀錄下來。
3. 實驗紀錄如下表 3

長度	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	平均(Hz)
25cm	758	763	742	721	739	744.6
24cm	726	748	753	727	754	741.6
23cm	731	777	782	741	753	756.8
22cm	738	755	768	798	757	763.2
21cm	742	741	753	756	767	751.8
20cm	757	766	760	751	732	753.2
19cm	793	788	790	799	757	785.4
18cm	792	800	799	776	768	787
17cm	807	811	831	819	810	815.6
16cm	811	812	815	832	821	818.2
15cm	829	826	839	845	832	834.2
14cm	829	829	821	811	817	821.4

13cm	823	826	831	832	824	827.2
12cm	1013	998	980	1002	1031	1004.8
11cm	1055	1079	1043	989	1021	1037.4
10cm	1038	1059	1054	1058	1070	1055.8
9cm	1041	1078	1059	1099	1046	1064.6
8cm	1061	1132	1138	1221	1177	1145.8
7cm	1329	1298	1287	1208	1254	1275.2
6cm	1330	1301	1320	1389	1298	1327.6
5cm	1546	1496	1503	1522	1542	1521.8
4cm	1414	1411	1432	1426	1429	1422.4
3cm	1662	1588	1587	1580	1623	1608
2cm	1683	1683	1682	1688	1645	1676.2
1cm	1646	1699	1645	1688	1667	1669

表 3

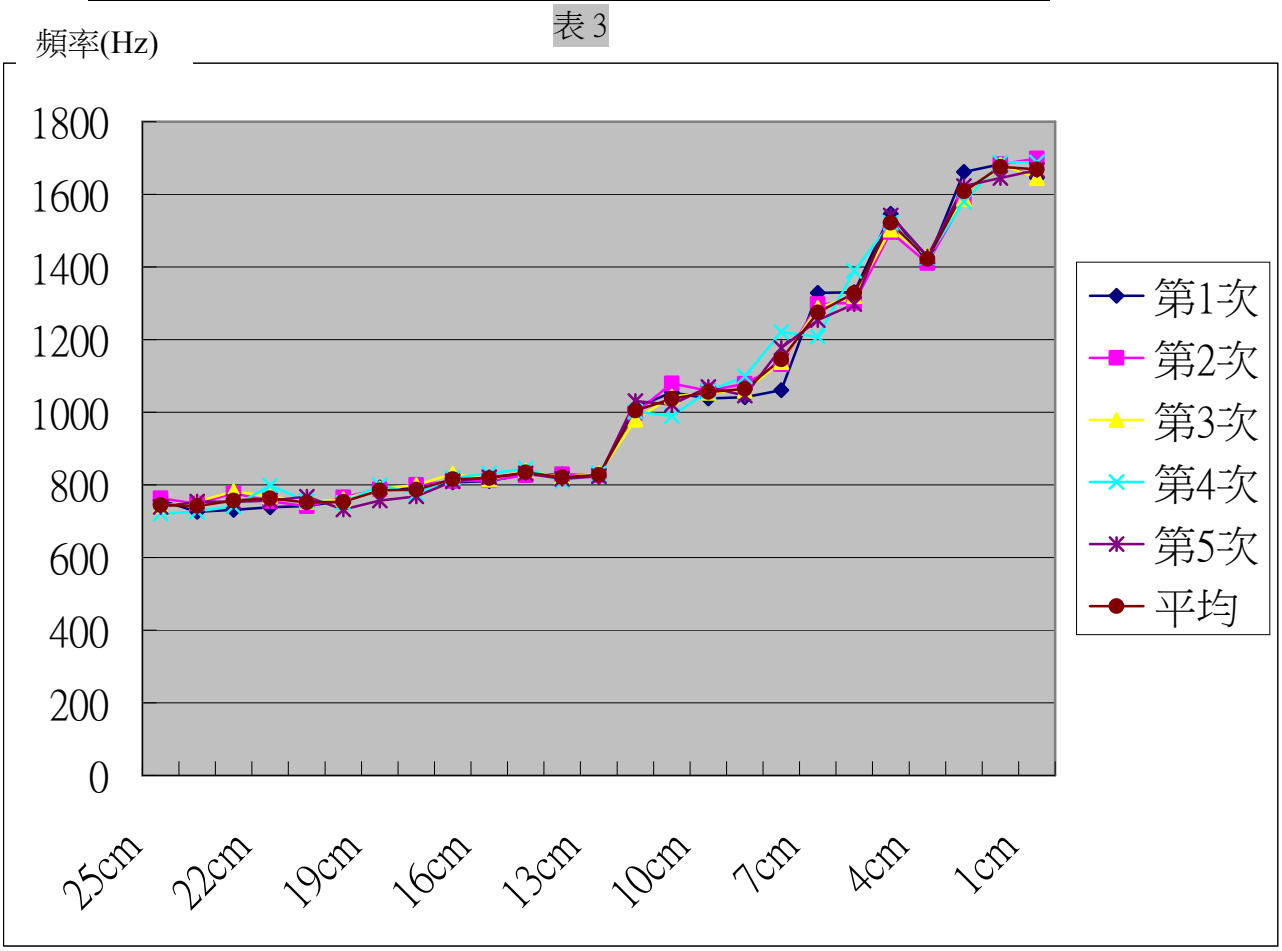


表 4

4. 討論：

(1) 根據實驗結果，應該可以進一步將結果應用在製作伸縮號角上面。

(2) 為了控制人為誤差，我們讓同一個人來進行全部實驗，每一次實驗操作時盡量控制吹氣的力道及嘴形相近。

(二)實驗二：利用實驗一的結果製作伸縮號角

1.製作成果如下圖 6

圖 6

2.測試結果如下表 5

編號	最高音頻	最低音頻
第一次測試	998	644
第二次測試	1011	610
第三次測試	987	598
第四次測試	1022	634
第五次測試	1041	621
平均	1010	621

表 5

3.討論：

(1)高低音受到發音管長短伸縮的影響，音名介於 E5~B5 之間，唱名介於 Do~Sol，所有無法發出完整的音階。

(2)要發出完整音階 Do Re Mi Fa Sol La Si，可能要增加吸管長度。

(三)實驗三：探討發音管粗細對音調的影響

1. 變因：發音管粗細
2. 實驗裝置如下圖 7

1 號發音管(直徑 1.2cm)

2 號發音管(直徑 1cm)

3 號發音管(直徑 0.6cm)

4 號發音管(直徑 0.5cm)

5 號發音管(直徑 0.4cm)

3. 實驗結果如下表 6

編號	設計差異處(直徑)	1	2	3	4	5	6	單位(Hz) 平均(Hz)
1	吸管 1.2 cm	465	480.6	469.4	472.5	477.7	450.0	469.2
2	吸管 1cm	799.2	531.4	525.4	531.0	517.2	498.7	567.2
3	吸管 0.6cm	612	511.1	509.0	487.6	481.8	479.1	513.4
4	吸管 0.5cm	811.1	482.5	472.1	467.6	465.1	463.0	526.9
5	吸管 0.4cm	718.4	637.3	622.2	626.1	621.8	629.3	642.5

表 6

4. 討論

(1)為了控制實驗變因，除了同一個人來進行實驗，也使用同一個養樂多瓶及氣球皮膜，僅僅抽換發音管。

(2)我們認為發音管和皮膜之間的接觸緊度也必須控制相同，因此將瓶口倒過來立在桌上，以發音管能夠剛好抵觸皮膜為標準。

(3)從實驗結果來看，雖然沒有明顯的等量增加關係，但是發音管越細所產生的聲調頻率似乎越高，值得進一步去研究。

(四)**實驗四：探討發音管材質對音色的影響**

1.變因：發音管材質

2.實驗器材如下圖 8

發音管長度、皮膜材質與鬆緊度都相同

1 號 塑膠管

2 號 玻璃管

3 號 竹管

4 號 鐵管

5 號 橡皮管

圖 8

3. 實驗結果紀錄如下表 7

種類	頻率範圍	音色
塑膠管		與吸管號角相似
玻璃管	1782~1458 (Hz)	聲音較尖
竹管	無法發出聲音	
鐵管	488~542 (Hz)	音色較低沉
橡皮管		與吸管號角相似

表 7

4. 討論

(1) 竹子應該可以發出聲音，本次實驗的問題可能是竹子發音管與皮膜的接觸面不平整。

(2) 不同材質的發音管影響樂器的音色，就像木製樂器與鐵製樂器在音色上有所差別。

三、 探討『瓶子』大小對號角聲音的影響

(一)實驗一：瓶子的大小能改變號角的響度嗎？

1. 變因：瓶子大小
2. 實驗製作如下圖 9

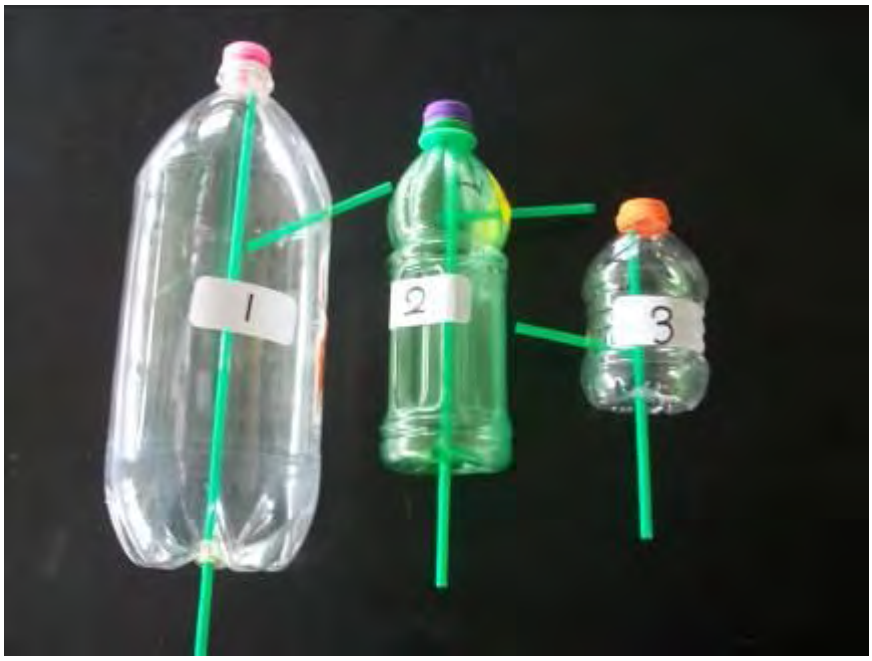
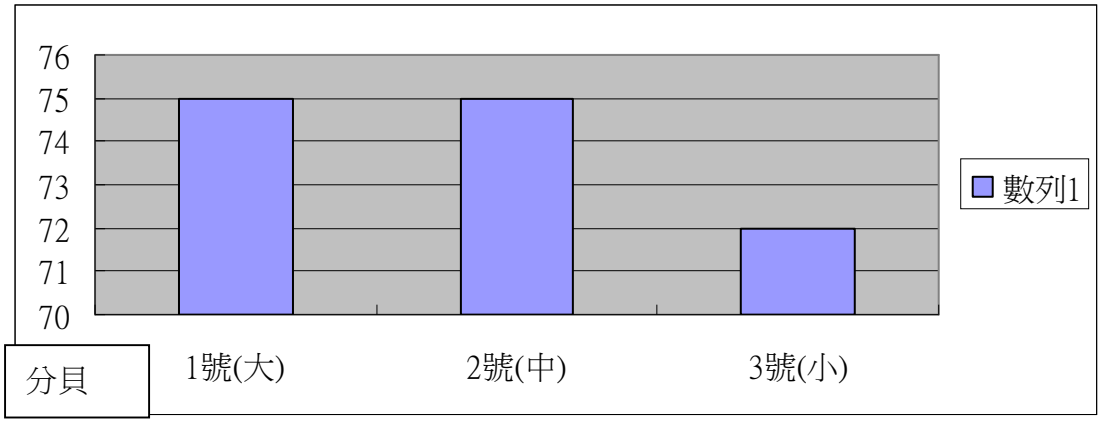


圖 9 用各種大小不同的瓶子來製作號角，發音管長度及材質都相同

圖 10 選出大小差異最大的三個來進行測試並紀錄

3. 結果紀錄如下表 8

編號	瓶 子 大 小 (容量)	操作結果記錄(單位：分貝)					
		1	2	3	4	5	平均
1	2000c.c	72	75	77	78	73	75
2	500c.c	77	74	76	75	77	75
3	250c.c	72	75	69	72	73	72

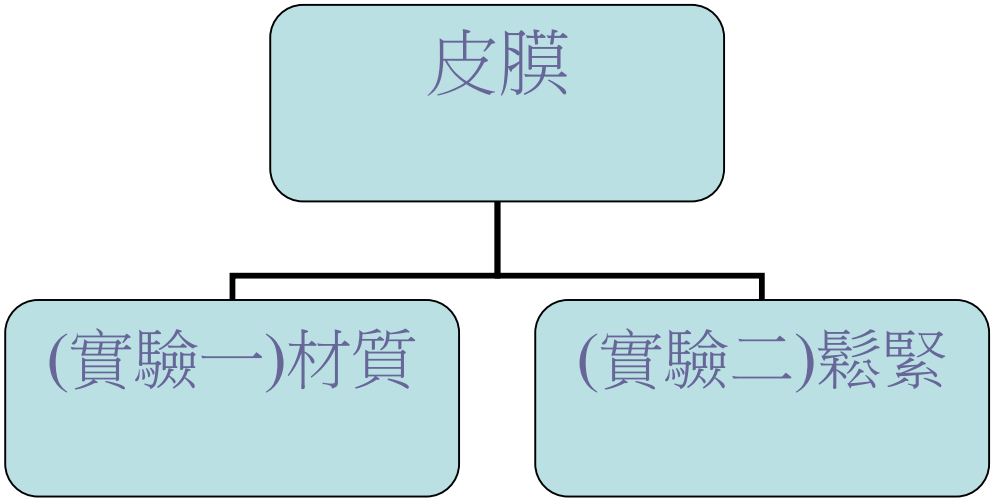


4.討論：

(1)瓶子的大小與測出來的聲音大小並沒有關係，且聽起來的音色也沒有差別。

(2)我們進一步測試發現，只要用力的吹，測出來的分貝數就會提高，因此聲音的大小和吹奏的力量比較有直接關係。

四、 探討『皮膜』對號角聲音的影響



實驗研究概念如上表 9

(一)選用各種不同的材料來作為『皮膜』測試發出的聲音變化

1.變因：皮膜材質

2.實驗器材如下圖 11

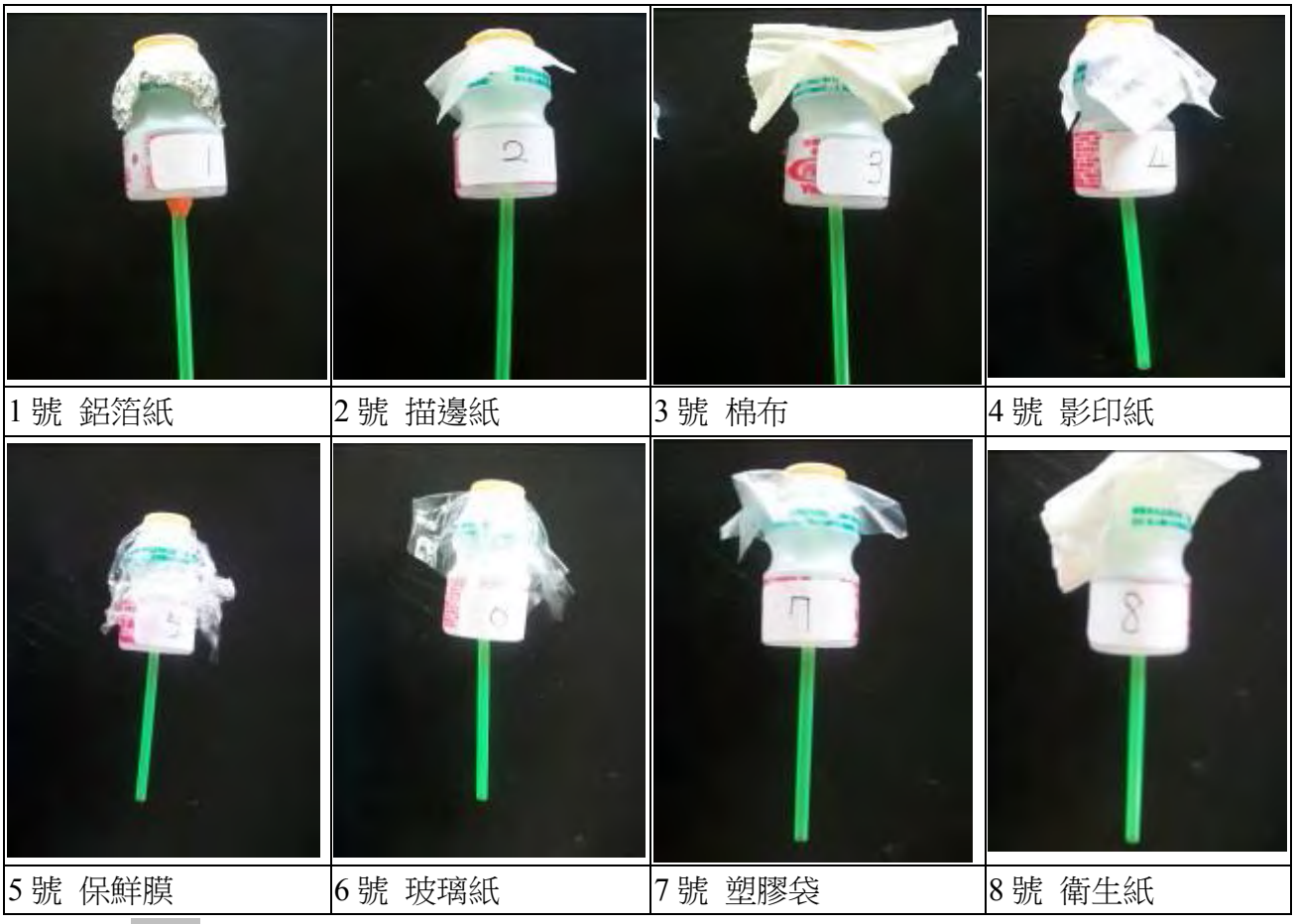


圖 11 分別選用其他 8 種不同材料來作為皮膜，測試發出的聲音頻率

3.結果紀錄如下表 10

編號	材質	可否發出聲音	平均聲音頻率(Hz)
1	鋁箔紙	X	
2	描邊紙	X	
3	棉布	X	
4	影印紙	X	
5	保鮮膜	V	477
6	玻璃紙	X	
7	塑膠袋	X	
8	衛生紙	X	

表 10

4.討論：

(1)大部分的材料比較沒有伸縮性(彈性)，可能因此無法產生振動，所以

沒有辦法發出聲音。

(2)也有可能是皮膜繃的不夠緊，或是吹入的空氣不夠強，所以振動太慢而無法發出聲音。

(3)可以選用彈性布料、鼓皮來進一步測試。

(二)調整皮膜的鬆緊程度測試發出的聲調變化

1.變因：皮膜鬆緊

2.實驗器材如下圖 12、13

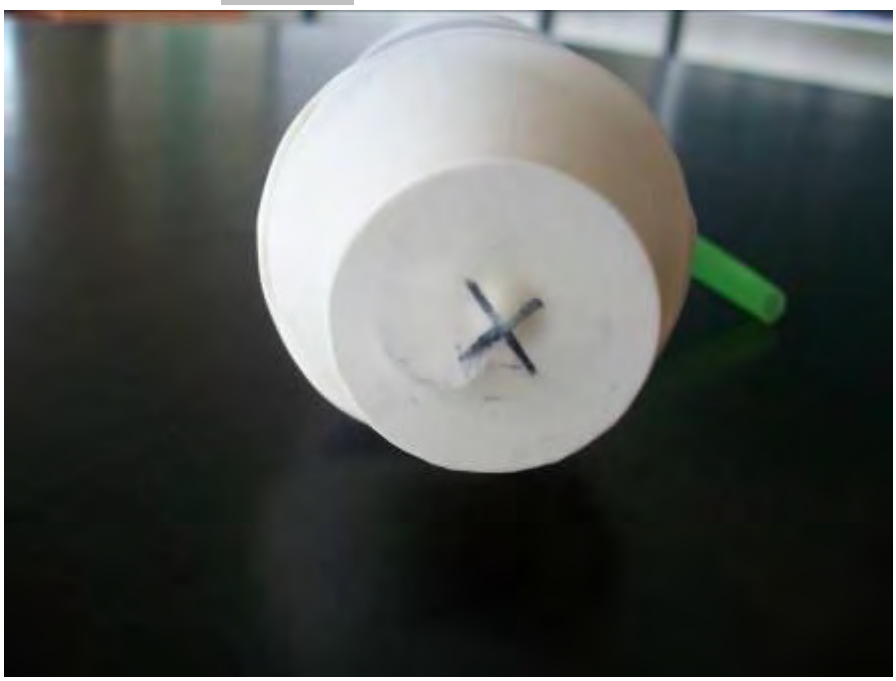


圖 12 用同一個號角來進行實驗，在皮膜上用簽字筆做記號

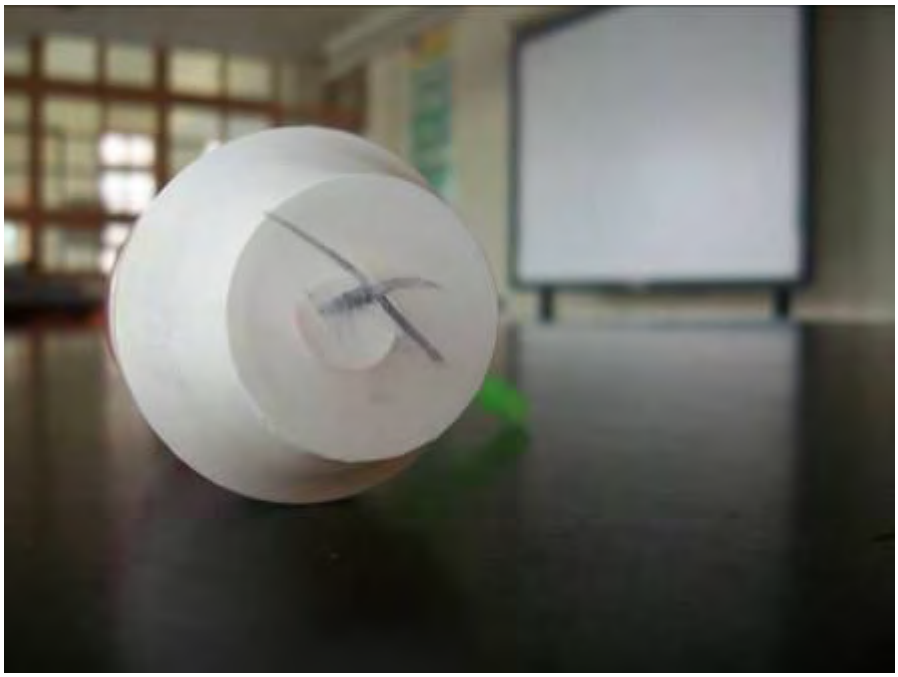


圖 13 皮膜繃緊後，上面的記號(x)會放大。再來測試發音頻率

3.實驗結果

	實驗組(皮膜較鬆)	對照組(皮膜緊繃)
第 1 次	473(Hz)	1671(Hz)
第 2 次	499(Hz)	1663(Hz)
第 3 次	452(Hz)	1652(Hz)
第 4 次	431(Hz)	1609(Hz)
第 5 次	467(Hz)	1747(Hz)
第 6 次	502(Hz)	1589(Hz)
第 7 次	417(Hz)	1695(Hz)
第 8 次	577(Hz)	1684(Hz)
第 9 次	581(Hz)	1671(Hz)
第 10 次	489(Hz)	1672(Hz)
平均	489(Hz)	1665(Hz)

4.討論：

(1)皮膜的緊度不容易進行定量的比較，所以我們先設計簡單的鬆、緊對照實驗來驗證我們的假設是否成立。

(2)從結果也發現可以利用做記號的方式，盡量使每次實驗中多多號角的皮膜緊度相近，但我們相信緊度可能還是有所誤差，無法完全相同。

（3）較緊的皮膜吹氣發音時，皮膜看起來的振動速度比較快，因此造成聲音變高，和我們在課本上學到的觀念符合。

伍、結論

一、發音管長度越短，產生的聲音頻率越高。

二、較細的發音管，產生的聲音頻率較高。

三、發音管的材質不同(例如用鐵製作)，會產生不同的音色。

四、多多號角的瓶子大小和產生聲音的大小沒有關係，和吹奏的力量大小有關。

五、皮膜的材質要有彈性才能產生振動效果發出聲音。

六、皮膜越緊，產生的振動越快，使聲音的頻率越高。

陸、未來展望與建議

一、希望能夠找尋更多的皮膜材料、吹管材料，讓號角變換出更多的音色。

二、伸縮的號角如果能控制得當，並且找到各種音階的定位，可以真的做為樂器來演奏樂曲，類似管樂器中『長號』的演奏形式。

柒、參考資料

一、台中教育大學 科學遊戲實驗室網站 http://scigame.ntcu.edu.tw/

二、蔡凱伊等 2 人(民 98) 化腐朽為神奇的多多笛 第 49 屆中華民國中小學科展作品說明書

三、翰林版 自然與生活科技 五下 聲音與樂器

【評語】080808

利用廢棄飲料罐子製作樂器，創作能力值得鼓勵，在橡皮上打“X”檢視氣球薄膜張力也具創意。皮膜發音管等控制因子對於音頻、音色的影響，利用網路軟體測量音頻也是工具使用上的努力。

期待再深入探討相關問題並利用精巧簡約的方法解決問題，讓評審驚艷。