

音量的探討

高小組物理科第一名

嘉義縣大同國民小學

作 者：吳佳芬、陳藝祐

李佩馨、龔詩尹

指導教師：王茂雄、鄭金川

一、研究動機

- (一)在追求生活品質下，有些居民採自力救濟方式，去年的林園石化事件，曾使多家工廠被迫停工。一向較被忽視的噪音污染，也隨著環保意識日漸高漲而受重視。到底音量和噪音關係如何？
- (二)有時在校園裡可以聽到別校傳來的國歌聲，有時却聽不見，為什麼？
- (三)吹氣可熄滅火燭，聲能可以嗎？
- (四)利用光影可以看出振幅的大小嗎？

二、研究目的

- (一)測量多種發音體產生的分貝數，使大家對音量有所認識。
- (二)了解響度及聲音的傳播和風向是否有關係。
- (三)以不同的操縱變因來探討聲能滅火的能力情形。
- (四)利用光影來探討音量與振幅的關係。
- (五)研究減少音量的辦法，減低噪音污染程度。
- (六)呼籲大家重視噪音污染問題。

三、研究器材設備

噪音計三台（測試範圍，燈式 50 ~ 100 分貝，指針式 40 ~ 120 分貝），風向風速器、節拍器、鬧鐘、板樂器、瓦楞紙、普麗隆板、三夾

板、棉花、泡棉、尺、球、盒子、地毯、絨布、電動機、變壓器、幻燈機、腳架、計數器、鉛線、塑膠管、石棉紙、橡膠膜、自製打擊架。

四、研究問題

- (一)學校木琴、鐵琴各鍵的發音量如何？
- (二)學校板樂器發出的音量如何？
- (三)同學們說話的音量如何？
- (四)學校噪音的音源是什麼？
- (五)校外噪音污染情形怎麼樣？
- (六)聲音傳播和風向的關係怎樣？
- (七)聲能滅燭火的探討。
- (八)音量與振幅變化的探討。
- (九)減少音量的方法？

五、問題探討及結果

聲音的大小叫響度，本研究也就是指響度的探討。

- (一)學校木琴、鐵琴各鍵發音量的探討？

1. 測試方法：

發音體：木琴、鐵琴各鍵。

打擊物：分別用木槌、鐵琴槌。

打擊距離：從各琴鍵中間上方 25 公分處掉落。

測量距離：距琴鍵 1 公尺。

2. 測試結果：(五次分貝平均)

(1) 木 琴

唱名 (簡譜)	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4
分貝	74.4	71.6	74	74	72.8	74.8	76	76.4	73.4	75.6	76
唱名	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1
分貝	74.4	74.4	74.8	75	74.4	74.8	74	75.2	74.8	68	69.6

(2)鐵 琴

唱名	1 •	2 •	3 •	4 •	5 •	6 •	7 •	1 •	2 •	3 •	4 •
分貝	71.2	67.2	74	69.2	68.8	70	70	68.8	69.6	69.2	69.2
唱名	5	6	7	1	2	3	4	5	6		
分貝	68.8	68.4	69.2	70.4	70	72	70				

3.討論：木琴與鐵琴各鍵發出的音量有稍微的差距，而高音鍵的音量不比低音鍵大。

(二)學校板樂器發出的音量如何：

測得結果：

1.

發音體	打擊			測 距	分貝數	說明
	物	部 位	距 離			
鉸	塑膠球	旁 邊	50公分	1公尺	78.8	五次最高分貝數平均
大 鼓	〃	中 間	50公分	1公尺	78	
大 鼓	〃	旁 邊	50公分	1公尺	76.4	
中 鼓	〃	中 間	50公分	1公尺	80	
小 鼓	〃	中 間	50公分	1公尺	80.8	
鈴 鼓	〃	中 間	50公分	1公尺	76	

討論：(1)由上表得知同樣的打擊力，大鼓的分貝數不如中鼓，中鼓不如小鼓。

(2)鼓面的質料不同，厚薄不同可能影響到響度。

2.

打擊物	黃 球	綠 球	中鼓槌	大鼓槌	塑膠槌	乒乓 球	木 槌
分貝數	78	78	76	71.2	76	77	76
說 明	(1)被打擊物：中鼓。 (2)打擊距 50 公分，測量距離：1 公尺。						

討論：不同的打擊物，從同高度下擊，所產生的分貝數不同

(三)同學們說話的音量如何？

測試方式：請同學唸課文約半分鐘。

測試距離：半公尺。

測試結果：

人數 班別	分貝	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82
二年二班		3	3	1	6	4	5	4	3					
六年六班			1	4	7	5	4	7	6	3	3	1	3	

- 討論：1. 可見六年六班比二年二班的音量大些（各級同學的音量可能不一致，此數據僅供參考）。
2. 同班同學唸書音量大小差 20 分貝。

(四)學校噪音的音源？

本校位於鎮郊，雖然東鄰中央公路，但來往車輛並不頻繁，依據測試結果，為害本校噪音的音源如下表：

數類 音源	別目	每次出現 延續時間 (秒)	最大分貝	每日 8 ~ 16 時平均 出現次數	說明
流動性擴音設備		5 ~ 120	84	2	大都是出殯及進香的電子琴
學校本身擴音設備			80		測試地點： 操場上
拼裝車		20 ~ 100	67	3	測試地點： 靠路旁教室
同學嘻笑聲(相片 10)			70		測試地點： 下課時的走廊

討論：1. 從上表看噪音污染並不嚴重，不像有些市區學校，教室緊鄰車輛擁擠的路旁，整日飽受引擎聲……。

2. 建議學校擴音設備開小聲，以免妨礙附近居民安寧。

(五) 校外噪音污染情形？

探討結果：

1. 校外噪音污染禍首推大喇叭電子琴車、及野台戲，這些近距離的分貝都可測得 100 以上，板金工廠的敲擊聲、爆米香的大爆聲，近距離高達 100 分貝。
2. 菜市場人多時音量 66 ~ 78 分貝。夜市場有的音量高達 98 分貝。神明出巡（相片 8）的鞭炮聲在 10 公尺外仍超過 120 分貝。

(六) 聲音的傳播和風向關係怎樣？

1. 噪音計直接放在振動的物體上與在手中測得如下表：

平均分貝 測量方式	物體	平衡木	混凝土 樓板	鐵軌	說明
噪音計放在該 物體上測		72	60	52.8	測量距離 3.6 公尺，打擊物 ：鐵球，距離 50公分，分貝 採五次平均。
噪音計拿在手 上測		65.2	57.2	50 以下	

討論：直接在振動的物體上測得的分貝數較高，可見耳朵貼靠鐵軌能聽到遠處火車的車輪聲。

2. 利用風速風向器，皮尺在距離音源的上風和下風地分別測試結果如下：

(1)	分貝 距離 風向	5 公尺	10 公尺	15 公尺	說明
	順風	48	46	42	音源： 鬧鈴
	逆風	44	42	40	風速未測

(2)

分貝 距離 風向	1公尺	2公尺	3公尺	說明
順風	68	66	60	音源：節拍器 風速每秒2～5公尺
逆風	56	54	52	

(3)

分貝 距離 風向	1公尺	2公尺	3公尺	4公尺	說明
順風	62	60	54	52	音源： 節拍器 風速每秒2 公尺以下
逆風	56	54	52		

討論：(1)從上表可知順風比逆風傳得遠。

(2)風速也會影響聲音的傳播。

(3)可能還有其他因素也會影響聲音的傳播。

(七)聲能滅燭火的探討：

1. 製作打擊架：

(1)利用直流電動機、木條、木板、鉛線、旗桿組合成打擊架。

(2)電動機電線接上變壓器直流電端子，調整旋扭可使電動機做出不同的轉速，帶動打擊棒。

2. 製作聲能試驗筒：

(1)長短、粗細不同的塑膠管，一端用橡膠膜（皮）包住，一端用石棉紙包住，石棉紙中間各挖一個洞（洞口直徑不同）。

3. 測量方式：

(1)在聲能試驗筒，洞口前方10公分，置多盞蠟燭，蠟燭間距5公分。

(2)打開電源，利用打擊棒打擊聲能試驗筒的橡膠膜，使聲能從洞口射出，記錄電動機15轉內，燭火被熄滅的順序，靠洞口燭火為①，依序為②③④……。又①②表示①②盞燭火同

時被熄滅。

4. 試驗結果：

次 數 燭 火 熄 滅順序	塑膠 管 長	9 公 分	18 公 分	27 公 分	36 公 分	45 公 分	說 明
①	20	1	14	10	12		管口直徑
①→②		13	5	10	8		9.5 公分
①→②→③		2	1				洞口直徑
①→②—③		1					1.5 公分
②		1					電動機每分鐘30轉
②→①		1					電動機每分鐘60轉
②→①→③		1					
①	1	1	3	12	1		
①→②	17	4	9	8	9		
①—②		3					
①→②→③	1	4	8		6		
①—②→③		2			2		
①→②→③→④					1		
②→①	1	2			1		
②→①→③		1					
②→①→③→④		1					
②→①→④→③		1					
③→①→④→③		1					

- 討論：①上述管長，以 18 公分熄火效果較佳。
 ②各次熄火數量順序穩定性差。
 ③熄火順序不一定按 ①②③④……順序。
 ④打擊速快比打擊速慢，熄火效果好些。
 ⑤從管長 9 公分與管長 45 公分的試驗中，可知聲能在

筒內傳遞並沒有因管長而大打折扣。

(2)

次 數 燭 火 滅 順 序	塑膠 管直 徑 公 分	7 公 分	8.6 公 分	10.6 公 分	13.6 公 分	說 明
①	5	4	6	11		塑膠管長14公分
①→②	10	15	6	8		洞口直徑1.5公分
①~②				4		
①→②→③	3	1	2			電動機每分鐘30轉
② ①	2			2	1	
未 熄		5				電動機每分鐘60轉
①	6	10	1	1		
①→②	6	5	15	18		
①~②	6		3	1		
①→②→③	2			1		

討論：①各次熄火穩定性差。

②上述管粗熄火效果並不理想。

(3)

次 數 燭 火 滅 順 序	洞 口 直 徑 公 分	0.8 公 分	1.5 公 分	2.5 公 分	說 明
未 熄	20	8	4		電動機每分鐘30轉
①		12	16		
未 熄	8				電動機每分鐘60轉
①	12	1	9		
①→②		17	4		塑膠管長9公分
①→②→③		1	3		直徑9.5公分

(2)→(1)		1	2	
(2)→(1)→(3)			2	

討論：①上述洞口直徑以 1.5 公分效果較佳。

②洞口直徑 0.8 公分效果不好，可能是射出能量較細，不能將燭火全部涵蓋的緣故。但其聲能仍可使遠處的燭火晃動。

③熄滅順序不一定照①②③……順序。

④穩定性差。

(4)

次 數 別 燭 火 熄 滅順序	橡 膠 別	氣 球 皮	機 車 內 胎	說 明
①			1	
①→②		16	13	
①~②		4		
①→②→③			2	
①→②~③			1	
②			1	
②→①			1	
②→①→③			1	
①			1	
①→②		12	4	
①~②		6	3	
①→②→③		2	4	
①~②→③			2	
②→①			2	
②→①→③			1	
②→①→③→④			1	

②→①→④→③		1
③→①→④→②		1

討論：①氣球膜只要輕擊，能量就射出，但熄火的效果比機車內胎皮差。

(5)煙圈的探討與結果：

在上述塑膠管內用線香薰煙，輕擊橡膠膜，圓孔會跑出煙圈，擊的力量稍大，會連續出現多個煙圈，從此現象可知管中能量有疏密情形，燭火不一定按順序熄滅，可能和此有關。

(八)音量與振幅變化探討

1.試驗裝置

- (1)塑膠管一端用氣球膜包住，在氣球膜中央或附近黏一小鏡片。
- (2)以腳架支撐塑膠管。
- (3)用幻燈機燈光投射鏡片，使反射光射在較暗的格子板上。

2.試驗方法與結果

- (1)嘴巴靠近塑膠管的另一端管口，說韻符只要 72 分貝的音量（測量距離 10 公分），就會使反射光影晃動，並出現如下不同形式的光影：

- ①由內往外晃動光影。
- ②旋轉式光影。
- ③呈直線伸縮的光影。
- ④骨頭形狀的光影。
- ⑤圓形內空的光影。
- ⑥橢圓形內空的光影。

- (2)用喊話器試驗，需要 92 分貝才能使光影晃動。

- (3)以唸「×」音，光影較富變化。

- (4)音量大，光影較大。

- (5)持續的低音可使光影形成的圖形較明顯。

- (6)鏡子貼在橡皮膜中央上，光影變化較多。

- (7)老師和同學分貝數相同，但老師的光影晃動較厲害。

- (8)用紙摺成錐狀筒放入塑膠管內，光影晃動大。
- (9)用指頭輕壓氣球膜，光影會呈直線晃動，如果將腳架上的旋轉桿拉動，使與光影呈垂直狀，略可看出聲波圖形。

3. 討論：

- (1)說話 72 分貝的音量就能使氣球膜振動，而透過喊話器要 92 分貝的音量才能使光影晃動，老師和同學音量相同，但老師較能使光影晃動，這可能是說話中還帶有「氣」能，是否這樣，有待專家解疑。
- (2)一小片鏡子反射光影會呈現出肉眼可見到的圖形，可推想到振動的速度一定很快。由此也可看出貼鏡子的膜上其振動的情形。
- (3)持續的低音在塑膠管中可能較易起共鳴現象，使振動更激烈。
- (4)利用此項試驗，可以從遊戲中得到相關知識。

(九) 減少音量的方法

1. 在走廊上相距 4 公尺的地方測得音量為 45 分貝而在教室裡有著厚 25 公分的隔牆，只測得 38 分貝，在窗台上方兩測相距 2 公尺測得音量 46 分貝，而蹲下時隔著高 0.9 公尺窗台下矮牆，只測得 42 分貝，可見隔著牆可以減少音量。

2 不同材料吸音效果的實驗

(1) 方法：

在裝衛生紙的塑膠盒內壁分別裝上不同材料，然後將鬧鐘裝在盒中，蓋好蓋子，在盒子外依序測其音量如下：

材 料	瓦楞紙	地 毯	絨 布	保麗隆	三夾板	泡 棉
分 貝	64	60	62	66	64	64
說 明	測距 15 公分 如盒內再塞滿棉花約可再減少 2 分貝。					

(2) 討論：

- ①上述材料以地毯、絨布吸音效果最好。
- ②如圖書室要安靜，舖上地毯可減低許多音量。

六、結論

- (一)聲音的傳播和風向有關，同一音源順風比逆傳得遠。
- (二)從問題二的探討，用同一力量擊大鼓、中鼓，所測得分貝數不一定是大鼓分貝數多，而用不同的打擊物，打擊出的音量亦不同。
- (三)兩個以上的發音體，同時發出聲音，所測得的分貝數不等於個體音量的總和，只稍微增加些，而連續的擊鼓聲，所測得的分貝數，比單擊一次的分貝數較高。
- (四)從問題七聲能滅燭火的探討得知，射出的聲能，能夠熄滅燭火；但有時並不是依近遠順序熄滅。煙圈連續從洞口出現，這是否都是因聲能有疏密現象緣故所造成，有待進一步探討。
- (五)從問題八音量與振幅的探討中，利用光影的變化可以知道氣球膜上貼鏡子地方的振動情形。低音「×」的光影較易呈現出美麗富變化的圖形。而大人、小孩如分貝數相同，但大人較易使光影晃動，可能是「氣」所造成的緣故，有待探討。
- (六)隔著一道牆或舖地毯都可降低音量。目前正推行「輕聲細語，拒絕噪音」運動，希望大家要有公德心，不要製造噪音。在不同的時間和地點，你我美妙的歌聲可能也是屬於噪音污染呢！

七、參考資料及其他

(一)參考書籍

1. 中華兒童叢書第 10 冊、11 冊。
2. 國小自然科學教學指引第 12 冊。
3. 聲音的奧秘（兒童自然科學小百科）。
4. 聲音（中華兒童叢書）。
5. 聲音的發生、聲音的傳播、聲音的特性（學生科學文庫）。
6. 聲音的管制法（72 年 5 月 13 日公布）。
7. 噪音管制法施行細則（73 年 12 月 20 日衛生署公告）。
8. 噪音管制標準（74 年 2 月 12 日衛生署公告）。

(二)其 他

- 1.我們測試用的噪音計，非政府所指定的標準測試計，本身也有誤差（約2分貝）燈式噪音計和指針式噪音計兩種，測得分貝數不同，測試同學指導老師都沒接受訓練，是屬不合格的測試人員，故所提出的測試分貝數僅提供參考。
- 2.鬧鈴、節拍器所發出的音量前後誤差2分貝。
- 3.說話時可能帶有「氣」，這氣也能使近距離的燭火晃動，但不易被噪音計所測出。
- 4.問題七，聲能滅燭火的試驗，可能設計，製作不理想，以致試驗結果穩定性差。

評 語

- 設計一個以光點之振動量表示空氣振動大小之「音量計」，以使聲音變成可以目測。
- 構思巧妙方法正確可行。
- 作者又能從儀器振動之音量與人之音量分辨人之聲音中含有吐氣。
- 觀察細微。