

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 普高組 技高組成果報告格式

題目名稱：「聲」歷其境：探討號角角度與聲音頻率對音量的影響

一、摘要

在本次探究中，我們透過改變聲音頻率與號角的角度，來觀察號角對不同頻率之聲音的增強效果。

整體而言，我們發現當聲音頻率越高時，所測量到的音量會越大。角度大的號角較能增強低頻率的聲音，角度小的號角則增強高頻率的聲音。其中，低頻率指的是 100 至 500 赫茲；中頻率指的是 1000 至 5000 赫茲；高頻率指的是 1000 至 5000 赫茲，在本範圍之外的聲音頻率則影響較不明顯。此外，在實驗中我們觀察到，在 4000 赫茲時，音量變化呈現出花瓣狀的分布圖形。

透過本次探究，我們學習到了聲音放大原理在生活中的應用，期望未來能利用此原理，發展出能根據音頻變化自動調整音量的智慧型助聽器。

二、探究題目與動機

在日常生活中，為了使聲音傳得更遠，我們常使用喇叭、麥克風等工具來提高音量，其中，最方便的就是將手中的書本捲起，即可達到相同效果。此外，捲出的大小不同，或許也會造成音量大小的差異。因此，我們想探討不同角度之號角對於不同頻率之聲音的增強效果。

探究題目：探討號角角度與聲音頻率對音量的影響

三、探究目的與假設

在最初探討實驗時，我們觀察到，不同角度的號角對聲音的傳播會有不同的效果，而我們認為角度小的號角可以更集中聲波，頻率的大小或許也能影響到接收音量。

因此，我們的實驗目的及假設為：

目的：探討號角角度與聲音頻率對音量的影響

假設一：號角角度越大，接收到的音量越小

假設二：發出頻率越高，接收到的音量越小

四、探究方法與驗證步驟

(一) 實驗原理：號角理論

聲學中的號角效應

1. 增強聲壓：號角狀結構能夠將聲音集中，提升效率，讓聲波更響亮且更有指向性。
2. 阻抗匹配：聲音從振膜（如喇叭中的揚聲器）傳遞到空氣時，由於阻抗差異，能量可能無法有效傳遞。號角設計可逐步改變阻抗，減少能量損失。

(二) 實驗變因

1. 操縱變因：號角角度（°）、聲音頻率（赫茲）
2. 控制變因：號角材質、號角半徑、環境溫度、環境濕度、測量距離、測量工具

3.應變變因：音量（分貝）

（三）研究設備與器材

圓規、量角器、剪刀、白紙、膠帶、直尺、頻率產生器——Frequency generator、分貝測量器

——Sound meter

（四）研究架構



圖一、研究架構圖

（四）研究方法：測量不同頻率之聲音的音量

1.概述：測量不同頻率之聲音在不同角度之號角下的音量

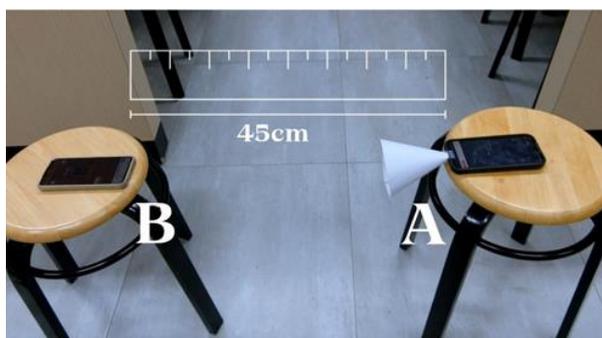
2.實驗步驟：

（1）在紙上量出角度和半徑

（2）剪下後圍成圈，貼在手機出音孔 A



（3）將分貝測量器 B 放在距出音孔 A 45 公分處（4）A 播放特定音頻，並記錄 B 測得音量



(5) 改變 A 播放的音頻，並重複前一步驟 (6) 改變號角角度，並重複前五步驟

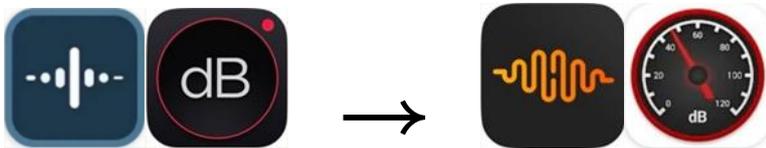


3.實驗改良：

(1) 實驗地點：教室外空地→隔壁空教室

原因：室外噪音較室內多，可能影響實驗準確度

(2) 音量測量工具：



原因：原測量到的變化趨勢不明顯，推測是收音不清楚，更換新的測量工具後測量結果有明顯變化，快捷鍵也加快了實驗效率

(3) 測量距離：

30cm→10cm→45cm

原因：剛開始怕距離太遠收音不清楚，後來才發現距離越遠所測量到的音量變化越明顯

(4) 號角角度：

90°、120°、150°、180°、210°→ 90°、135°、180°、225°

原因：原本的號角角度變化太小，音量變化較不明顯

(5) 播放音頻（赫茲）：

100、200、300、400、500

↓

300、400、500、600、700、800、900、1000、1100、1200、1300、1400、1500、1600、1700、1800、1900、2000

↓

100、200、300、400、500、600、800、1000、2000、3000、4000、5000

原因：

1.一般號角擴音效應最明顯的區間為 100~5000Hz

2.低頻區（100~500Hz）、中頻區（500~1000Hz）及高頻區（1000~5000Hz）音量變化依序由大至小，故將間距調整為 100Hz、200Hz 及 1000Hz，較能有效捕捉到不同頻率的音量

變化，且不會使實驗過於複雜

(五) 問題與討論

問題 1：為何不同頻率測出來的音量不同？

1. 頻率響應曲線：設備對不同頻率聲音的響應程度
2. 駐波：聲波在特定條件下多次反射形成固定波峰波谷
3. 弗萊徹-孟森曲線（等響曲線）：人耳對不同頻率聲音的感知敏感度

問題 2：號角角度對於增強音量的效果有何差異？

理論值：

增強效果：中頻>高頻>低頻

1. 低頻增強：

效率有限，因為波長較長，需要更大的號角開口面積和更長的結構來實現有效的聲學阻抗匹配。避免聲波反射和傳輸損耗。

2. 中頻增強：

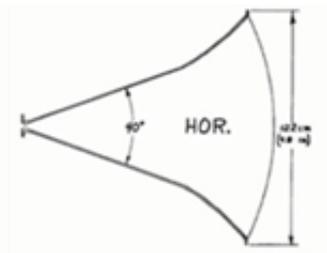
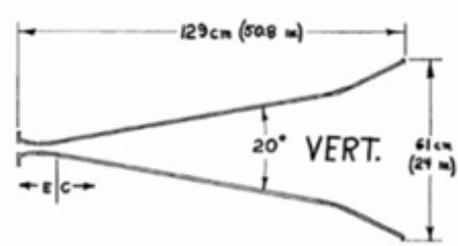
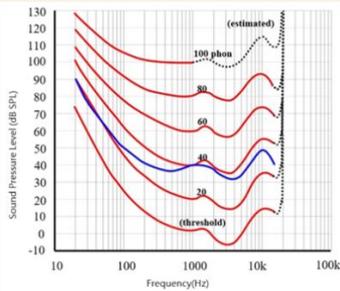
最佳工作頻段，能實現高效率的聲音放大。能量損耗降低

3. 高頻增強：

非常顯著，這是因為高頻波長較短，容易受到障礙物阻擋，號角能更有效地集中這些聲波。

什麼是聲學阻抗匹配？

1. 聲音在聲音傳播系統中之前的阻抗匹配，以最大化能量傳輸和減少反射的情況下進行
2. 阻抗是一種對聲音傳播的抵抗程度
3. 聲音在傳播中都會有阻抗，而號角可以把聲源原本的高阻抗轉換成低阻抗



圖二、弗萊徹-孟森曲線

圖三、小角度號角

圖四、大角度號角

赫茲 \ 角度	無	90°	135°	180°	225°
100	53	52.4	53.6	54.8	54.4
200	55	57.6	57.7	58.6	58.1
300	61	63.6	64.6	65.0	66.0
400	52	55.6	55.2	58.2	59.8
500	57	63.6	62.4	64.8	65.2
600	57	65.0	62.2	65.8	58.2
800	65	65.0	66.8	66.4	62.2
1000	58	68.6	64.0	70.2	67.0
2000	75	78.8	79.0	79.0	78.6
3000	78	81.8	80.8	81.6	80.6
4000	68	75.2	74.8	74.0	73.0
5000	51	51.5	51.4	51.8	52.6

赫茲 \ 角度	無	90°	135°	180°	225°
100	53	52.4	53.6	54.8	54.4
200	55	57.6	57.7	58.6	58.1
300	61	63.6	64.6	65.0	66.0
400	52	55.6	55.2	58.2	59.8
500	57	63.6	62.4	64.8	65.2
600	57	65.0	62.2	65.8	58.2
800	65	65.0	66.8	66.4	62.2
1000	58	68.6	64.0	70.2	67.0
2000	75	78.8	79.0	79.0	78.6
3000	78	81.8	80.8	81.6	80.6
4000	68	75.2	74.8	74.0	73.0
5000	51	51.5	51.4	51.8	52.6

圖五、不同頻率下音量的最大值

圖六、不同頻率下音量的最小值

赫茲 \ 角度	無	90°	135°	180°	225°
100	53	52.4	53.6	54.8	54.4
200	55	57.6	57.7	58.6	58.1
300	61	63.6	64.6	65.0	66.0
400	52	55.6	55.2	58.2	59.8
500	57	63.6	62.4	64.8	65.2
600	57	65.0	62.2	65.8	58.2
800	65	65.0	66.8	66.4	62.2
1000	58	68.6	64.0	70.2	67.0
2000	75	78.8	79.0	79.0	78.6
3000	78	81.8	80.8	81.6	80.6
4000	68	75.2	74.8	74.0	73.0
5000	51	51.5	51.4	51.8	52.6

註：

紅色——幾乎是環境音所造成的影響

粉色、紫色——音量較其他頻率下的低

綠色——無號角時音量較低，裝上號角後符合趨勢，聲音增強的效果好

圖七、不同頻率下不同角度之號角增強效果

問題 4：為何在 4000 赫茲下音量會降低？

第一次實驗時發現音量明顯比其他頻率下的低



第二次測量時發現音量忽大忽小無定值

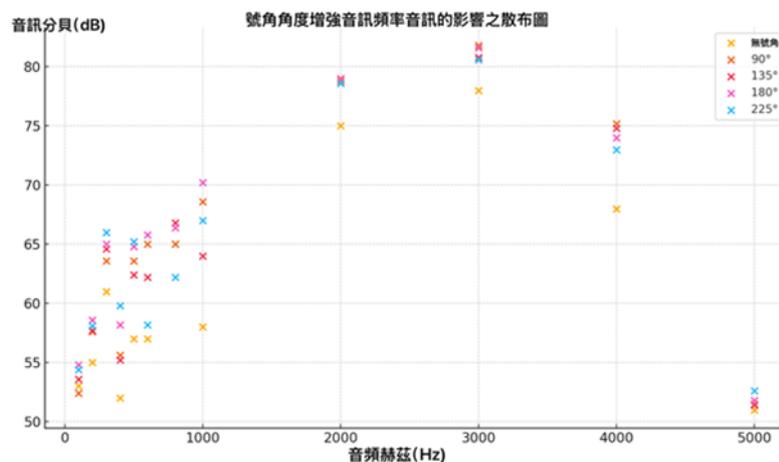


後來發現符合週期性變化且如花瓣般的弧度，但其他頻率下的音量變化並未呈現此圖形，大多是不規則狀或直線



圖八、4000 赫茲下音量變化之花瓣狀分布圖形

(六) 實驗結果



圖九、號角角度增強音訊頻率的影響之散布圖

五、結論與生活應用

(一) 結論

1. 角度較大的號角能夠增強頻率較低的聲音，而角度較小的號角能夠增強頻率較高的聲音。此結果可以利用波長長度與阻抗匹配來說明。低頻的聲音波長較長，容易在號角內被干涉、吸收，需要更寬的口徑才不會被擋住；而高頻的聲音波長較短，能夠在號角內部「完整展開」。

2. 整體的頻率越大，測量到的音量越大

這樣持續性的增強會持續到 3000 赫茲，也就是五種不同實驗條件下音量最大者。

3. 4000 赫茲下的音量週期性變化呈花瓣狀分布

我們發現在 4000 赫茲下音量有明顯的下降，聲音會忽大忽小無定值，我們在觀察音量變化圖形時發現，其週期性變化呈現花瓣狀的圖形。

4. 設備、人耳或號角能夠增強音量之範圍為 100 到 5000 赫茲

100 赫茲與 5000 赫茲下所收集到的音量，幾乎等於環境音，因此可得出本結論。

(二) 生活應用

1. 生活中的廣播器

我們可以利用此發現，將市面上的廣播器，分成高頻的警報器以及較低頻率的人聲廣播，就更有效率地傳播聲音。

2. 自動調整角度的「微型號角」助聽器

我們想像出了一種能夠依照使用者的需求，加強某些方向或頻率之聲音的助聽器，讓使用者聽得更清楚，也能減少其他雜音干擾。

參考資料

1. Kreskovsky, J. P. (n.d.). An introduction to horn theory [PDF]. GRC Acoustics.
<https://www.grc.com/acoustics/an-introduction-to-horn-theory.pdf>
2. Fletcher, H., & Munson, W. A. (1933). Loudness, its definition, measurement and calculation. *Bell System Technical Journal*, 12(4), 377–430.
<https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1933.tb00403.x>