

作品名稱:音叉與紙的距離

壹、 研究動機

我們對今年(2019)IYPT 其中一個題目「Undertone Sound」十分感興趣，利用音叉觸碰物體會出現一個特別的聲音，於是我們上網搜尋論文參考，但論文中音叉接觸的物質是木板，但因木板固定不易，故改以用紙為本次研究主題的材料。

貳、 研究目的

- (一) 探討此現象的發生和音叉與紙的距離關係
- (二) 探討觸碰位置對低頻的影響
- (三) 研究紙的鬆緊度對低頻的影響
- (四) 探討紙質對低頻的影響

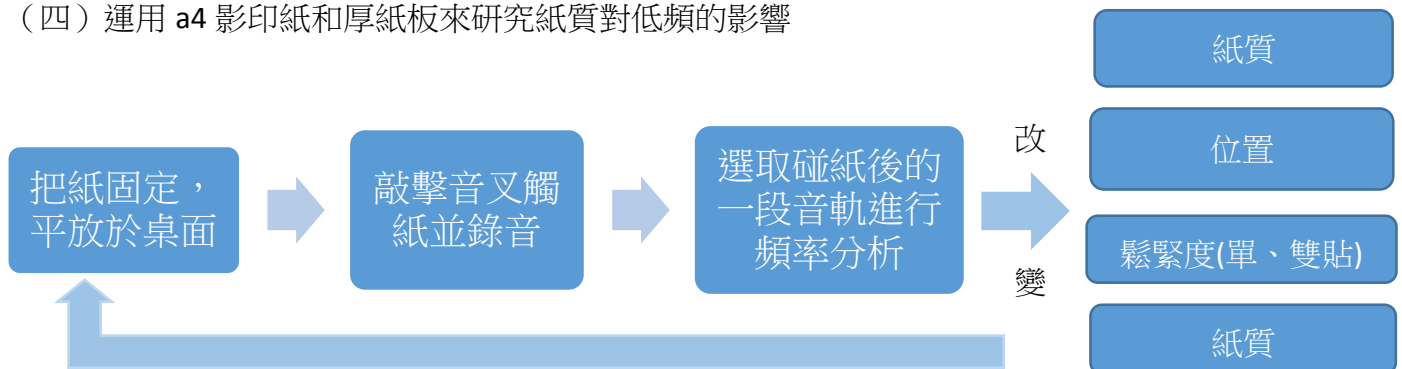
參、 研究設備及器材

名稱	圖	說明
音叉、音錘		音叉頻率: 453Hz
程式 Audacity		分析頻譜
耳機麥克風		連接筆記型電腦以方便錄音
塑膠盤		用以固定雙貼的紙

肆、 研究過程及方法

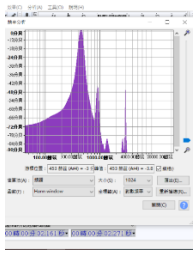
一、 實驗方法

- (一) 以不同距離(5cm、2cm、1cm、0cm)觀察此現象發生音叉與紙的距離
- (二) 用音叉觸碰不同位置觀察對低頻的影響
- (三) 探討紙的鬆緊度(雙貼、單貼)對低頻的影響
- (四) 運用 a4 影印紙和厚紙板來研究紙質對低頻的影響

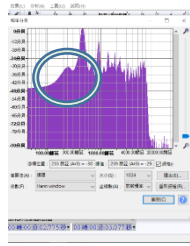


伍、實驗結果

(一) 板子距離之觀察



(5cm、2cm、1cm)



(0 cm)

(二) 音叉觸碰位置之觀察

雙貼單碰的條件中，不管音叉觸碰紙的哪個位置，低頻皆在 190~273Hz 間

上 2 公分	223	229	230
下 2 公分	224	190	233
上 5 公分	232	228	242
下 5 公分	234	273	210
正中間	208	227	209

(三) 紙的貼法對 a4 影印紙單碰造成的影響(單位:Hz)

單貼	120	124	120	123	170	121	165	115
雙貼	231	223	229	230	242	222	228	234

(四) 紙質

厚的紙所產生的頻率較薄的紙低，且不穩定(單位:Hz)

厚紙板	133	74	140	125	147	75	151	150
影印紙	231	223	239	230	242	222	228	234

陸、討論

(一) 板子距離之觀察: 我們從實驗結果(一)發現一定要觸碰到紙才會出現此現象，因此得知是紙的震動影響低頻

(二) 音叉觸碰位置之觀察: 從實驗結果(二)看出音叉觸碰位置對低頻的影響不大

(三) 紙的鬆緊度: 雙貼(緊)的頻率較高，且數據較單貼(鬆)穩定，所以紙的鬆緊度對低頻有影響

(四) 紙質: 影印紙(薄)的低頻平均是 216Hz，厚紙板(厚)平均是 124Hz，明顯看出紙質對低頻有一定的影響

柒、結論與未來展望

一、結論

(一) 單碰與雙碰差別: 可能與振動方向的差異、接觸時力的大小有關 [1]

(二) 出現低頻的原因: 紙張本身接觸音叉而隨之震動所發出的頻率，或因接觸音叉而震動的紙造成附近空氣震動，間接產生低頻。

二、未來展望

紙的鬆緊度及音叉碰紙會出現的原因是我們未來的努力探討方向；我們發現在給高頻聽力損失嚴重的感音神經性聽損患者的助聽器上也有運用到頻率降低的技術，或許我們能把實驗做的更加完整，有朝一日運用在上面。

捌、參考資及其他

[1] Letter/[Published: 08 March 1924](#) / Forced Vibrations Produced by Tuning Forks/W. N. BOND/Nature volume 113, page355(1924)