

神秘的小話筒

高小組物理科第三名

國立台南師院附設實驗國民小學 作者：歐松沛、唐 巍、黃于庭、葉庭禎

指導教師：鄭漢文、麻麗美

一、研究動機

有一天，我看到二年級的小弟弟、小妹妹拿著紙杯做的小話筒在傳話，想起以前老師也曾讓我帶紙杯或養樂多瓶或布丁盒來做小話筒，到底那一種傳話最清楚？能不能做一個傳話最清楚的小話筒？於是我就找了幾個好朋友一起研究。

二、研究目的

- (一) 了解說話筒的材質、大小、長短和聽話筒音量的關係。
- (二) 了解說話筒線的長短、粗細、材質和聽話筒音量的關係。
- (三) 了解說話筒筒線裝置的狀態和聽話筒音量的關係。

三、研究問題

- (一) 說話筒的材質與聽話筒的音量有關係嗎？
- (二) 聽話筒的材質與聽話筒的音量有關係嗎？
- (三) 說話筒的材質的厚薄與聽話筒的音量有關係嗎？
- (四) 聽話筒的材質的厚薄與聽話筒的音量有關係嗎？
- (五) 說話筒的音量與聽話筒的音量有關係嗎？
- (六) 說話筒的大小與聽話筒的音量有關係嗎？
- (七) 說話筒的長短與聽話筒的音量有關係嗎？
- (八) 說話筒線的長短與聽話筒的音量有關係嗎？
- (九) 說話筒線的粗細與聽話筒的音量有關係嗎？
- (十) 說話筒線的材質與聽話筒的音量有關係嗎？
- (十一) 聲源與說話筒的距離與聽話筒的音量有關係嗎？
- (十二) 通話線的曲直障礙與聽話筒的音量有關係嗎？
- (十三) 通話線的鬆緊程度與聽話筒的音量有關係嗎？
- (十四) 做一個傳話最清楚的小話筒。

四、實驗器材

收錄音機、分貝器、紙杯支架、捲尺、剪刀、牙籤、錐子、棉線大小不同的紙杯、氣球、軟木塞、塑膠杯、保麗龍、鋁罐鐵罐、牛皮、塑膠繩、毛線、人造絲、鬆緊線、金屬線、釣魚線（1號—6號共6種）。

五、實驗過程與結果

實驗一：說話筒的材質與聽話筒的音量有關係嗎？

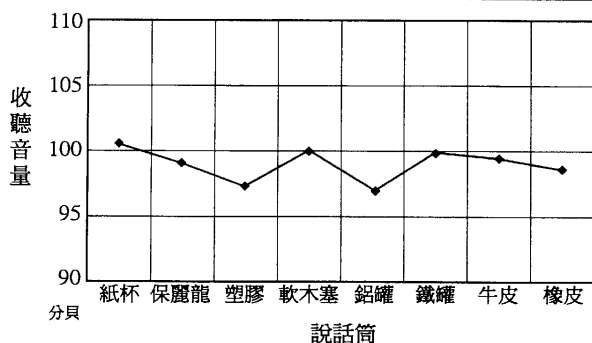
方法1：為求實驗結果的準確性，我們對實驗場所（情境）和檢測儀器的選擇都很仔細。在實驗場所方面，原先我們選擇禮堂（朝陽樓）一樓，並利用假日進行實驗。本以為在密閉的空間，並把四周鐵門放下，且無外在噪音干擾下可獲得準確的偵測結果，後來才在檢測數據相互矛盾或游移不定的情形下，體會到偵測儀器所量測到的聲音並不單純是話筒所傳來的聲音，場地的情境噪音和空間的迴音都可能對數據造成影響，我們以分貝器在聽話筒杯口和離杯口20公分的地方所測的結果都約為86.5分貝左右，顯示所測的聲音不一定是小話筒所傳過來的。所以後來我們改換實驗場地，在裝設有地毯及隔音牆的視聽教室進行實驗，並將說話筒及聽話筒隔離在兩間隔音良好的空間。在實驗前進行情境噪音、隔音效果及話筒傳音等多次測試，發現在此場地下的偵測相當穩定，即使在場的人說話，也不影響分貝器的偵測數據，確定唯有在聽話筒的杯口才可測到說話筒前錄放音機所發出的聲音，且數次所測得的數據誤差極小，穩定性及準確性極高。

- 2：對檢測儀器的選擇，我們也力求精確，原先所使用的儀器是指針式，很難讀出準確數據，且前後兩次的檢測結果誤差大，經常出現不可理解的矛盾現象。後來我們改用更準確的液晶顯示檢測器，在經過多次測量後，很高興的發現它不但準確度高且相當穩定與靈敏，提昇了檢測結果的準確性。此外，為減少人為因素影響實驗結果，我們還把手持話筒改為以支架支撐說、聽話筒，以麥克風架改製的支架不但可減少因手持話筒所造成的誤差，且對於線材鬆緊、話筒與錄放音機及分貝器的距離之控制與掌握均可力求準確。
- 3：嚴格檢視各話筒杯底的黏貼密度，避免因黏貼不完全造成缺口而影響實驗結果，且對牙籤長短、杯底為穿牙籤而刺的洞口大小、線的長度……等都力求統一且準確。
- 4：每項偵測均先做約5次的預測，在確定其穩定性後再做四次偵測並記錄之。

- 5：我們以錄音機收錄說話者的聲音：「喂！」，並以分貝器測量其音量五次均為110分貝，發現說話筒音量必須調至110分貝才會使每次的實驗產生更具體的結果（測得情境噪音是64.4分貝）。唐巍小朋友拿著錄音機的遙控器，控制每次的放帶和倒帶，並注意線的鬆緊。歐松沛小朋友看分貝器讀出數值，而且注意控制分貝器與聽話筒的距離。黃于庭小朋友注意控制說話筒與錄音機的距離和位置。葉庭禎小朋友紀錄並且算出平均值。
- 6：將紙杯(385c.c.)下端圓形底盤割掉，一一將保麗龍、塑膠、軟木塞、鋁罐、鐵罐、牛皮、氣球(橡皮)等割成圓形，用黏膠或膠帶固定在底盤上。
- 7：用牙籤或錐子在杯底刺洞，取棉線5公尺長，一頭從小洞穿過把穿過的線綁在牙線上，再完成另一邊。
- 8：錄音機放在說話筒的杯口，按「Play」放出預錄的聲音，分貝器放在紙杯口測其音量，每項先試測數次，確定穩定後再各測4次求其平均值。（以下的實驗都同方法1·2·3·4·5·6·7·8）

(表1) 說話筒材質不同之收聽音量測試表 單位：分貝

聽話筒 收聽 次數	紙 杯	保 麗 龍	塑 膠	軟 木 塞	鋁 罐	鐵 罐	牛 皮	橡 皮
1	100.3	98.8	97.2	100.2	97.6	100	98.7	98.2
2	100.0	98.8	97.2	100.2	97.2	99.8	99.6	98.1
3	100.1	99.1	97.8	100.2	96	99.9	99.6	98.6
4	100.2	98.8	97.6	100.2	96.9	99.9	99.6	98.1
平 均	100.2	98.9	97.5	100.2	97.0	99.9	99.4	98.3



圖一：說話筒材質不同之收聽音量測試圖

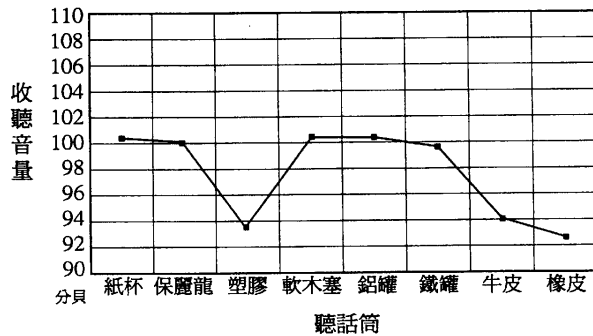
- 結果：1.如表1：說話筒材質不同之收聽音量測試表。
- 2.說話筒杯底材質是紙和軟木塞傳話效果最好，鋁罐最不好，傳話效果依序是紙杯和軟木塞>鐵罐>牛皮>保麗龍>橡皮>塑膠>鋁罐。

實驗二：聽話筒的材質與聽話筒音量有關係嗎？

結果：1.如表2：聽話筒材質不同之收聽音量測試表。

(表2) 聽話筒材質不同之收聽音量測試表 單位：分貝

說話筒 收聽 次數	紙 杯	保 麗 龍	塑 膠	軟 木 塞	鋁 罐	鐵 罐	牛 皮	橡 皮
1	100.3	99.7	93.8	100.3	100.2	98.8	93.7	92.4
2	100.0	99.9	93.1	100.3	100.2	99	94.1	92.7
3	100.1	99.9	93	100.3	100.2	99.2	94.4	92.7
4	100.2	100	93.2	100.3	100.2	99.2	94.2	92.7
平 均	100.2	99.9	93.3	100.3	100.2	99.1	94.1	92.6



圖二：聽話筒材質不同之收聽音量測試圖

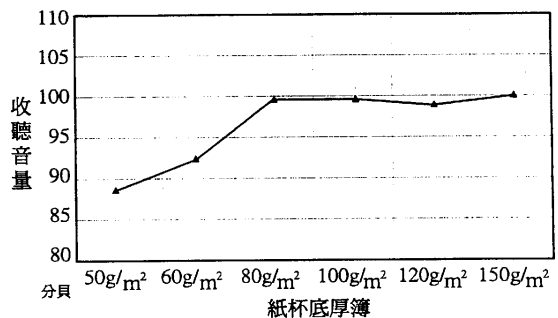
2.聽話筒杯底材質是軟木塞的收聽效果最好，橡皮最不好，收聽效果依序是軟木塞 > 紙杯、鋁罐 > 保麗龍、鐵罐 > 牛皮 > 塑膠 > 橡皮

實驗三：說話筒材質的厚薄與聽話筒的音量有關係嗎？

結果：1.如表3：說話筒材質厚薄之收聽音量測試表。

(表3) 聽話筒材質厚薄之收聽音量測試表 單位：分貝

杯底 厚薄 收聽 次數	50g / m ²	60g / m ²	80g / m ²	100g / m ²	120g / m ²	150g / m ²
1	87.6	92	99.5	99.7	99.3	100.2
2	87.7	92	99.6	99.7	99.3	100.2
3	87.7	92.1	99.7	99.7	99.3	100.2
4	87.6	92	99.7	99.7	99.3	100.2
平 均	87.7	92	99.6	99.7	99.3	100.2



圖三：說話筒材質厚薄之收聽音量測試圖

2.從實驗中發現，說話筒材質最薄的50g/m²收聽的音量最小，而最厚的150g/m²收聽的音量最大。

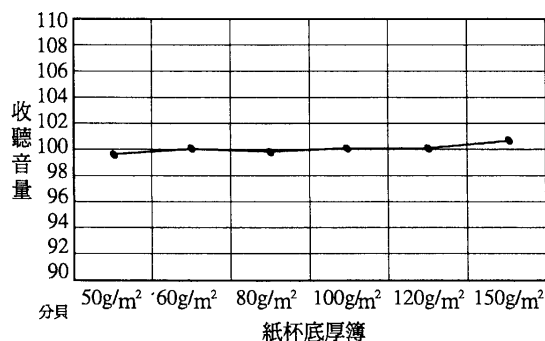
3.說話筒材質愈厚，收聽的音量有愈大的現象。

實驗四：聽話筒材質的厚薄與聽話筒的音量有關係嗎？

結果：1.如表4：聽話筒材質厚薄之收聽音量測試表。

(表4) 聽話筒材質厚薄之收聽音量測試表 單位：分貝

次數	杯底 收聽 厚薄 音量	50g	60g	80g	100g	120g	150g
		m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²
1		99.3	99.9	99.8	100	100.1	100.7
2		99.4	100	99.8	100	100.1	100.8
3		99.8	100	99.8	100	100.1	100.8
4		99.8	100	99.8	100	100.1	100.7
平均		99.6	100	99.8	100	100.1	100.8



圖四：聽話筒材質厚薄之收聽音量測試圖

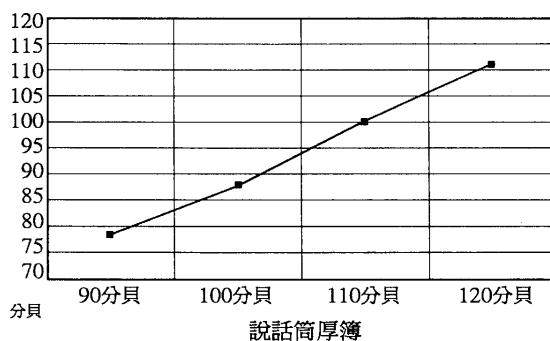
2.從實驗中發現，說話筒材質最薄的50g/m²收聽的音量最小；以最厚的150g/m²收聽音量最大平均是100.8分貝。

發現：聽話筒材質厚薄不同所收聽的音量大小比說話筒材質厚薄不同對收聽音量大小的改變明顯，對傳話效果影響較顯著。

實驗五：說話筒的音量與聽話筒的音量有關係嗎？

(表5) 說話筒音量不同之收聽音量測試表 單位：分貝

次數	說話筒 收聽 音量	90	100	110	120
		分貝	分貝	分貝	分貝
1		77.4	87.6	98.1	111.2
2		77.5	87.1	100.2	110.8
3		77.5	87.5	99.7	110.8
4		77.9	87.6	100.4	110.7
平均		77.6	87.5	99.6	110.9



圖五：說話筒音量不同之收聽音量測試圖

結果：1.如表5：說話筒音量不同之收聽音量測試表。

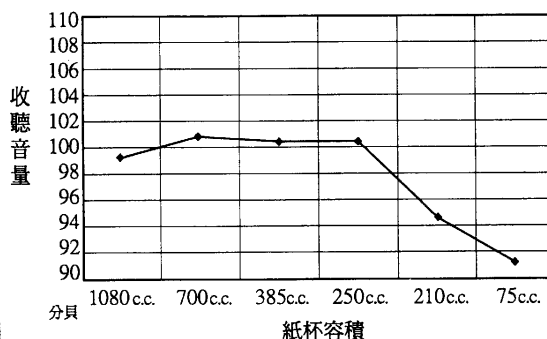
2.實驗中以說話筒音量是120分貝時，收聽的音量最大平均是110.9分貝。

3.說話筒的音量愈大，收聽的音量也愈大。

實驗六：說話的大小與聽話筒的音量有關係嗎？

(表6) 大小不同紙杯之收聽音量測試表 單位：分貝

容積 收聽 次數	1080 c.c.	700 c.c.	385 c.c.	250 c.c.	210 c.c.	75 c.c.
1	98.8	100.6	100.3	100.2	94.4	91.8
2	99.9	100.7	100.0	100.4	94.4	90.3
3	100	100.7	100.1	100.4	94.4	90.3
4	98.5	100.8	100.2	100.3	94.4	91.8
平均	99.3	100.7	100.2	100.3	94.4	91.1



圖六：大小不同紙杯之收聽音量測試圖

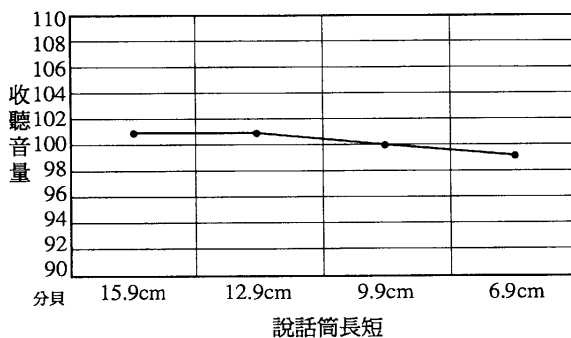
結果：1.如表6：大小不同紙杯之收聽音量測試表。

2.實驗中容積是700c.c.的紙杯傳話效果最好，收聽音量平均是100.7分貝，其次是250c.c.、385c.c.，最不好的是75c.c.，平均是91.1分貝。

3.紙杯的容量愈小，收聽的音量愈小。

(表7) 長短不同之說話筒收聽音量測試表 單位：分貝

說話筒的 收聽 次數	15.9 cm	12.9 cm	9.9 cm	6.9 cm
1	100.6	100.5	100	98.8
2	100.7	100.5	100	98.8
3	100.7	100.5	100	98.8
4	100.8	100.5	100	98.8
平均	100.7	100.5	100	98.8



圖五：長短不同之收聽音量測試圖

實驗七：說話筒的長短與聽話筒的音量有關係嗎？

結果：1.如表7：長短不同紙杯之收聽音量測試表。

2.實驗中以說話筒長15.9cm收聽的音量最大，平均是100.7分貝；說話筒長6.9cm音量最小，平均是98.8分貝。

3.說話筒的長度愈短，收聽的音量愈小。

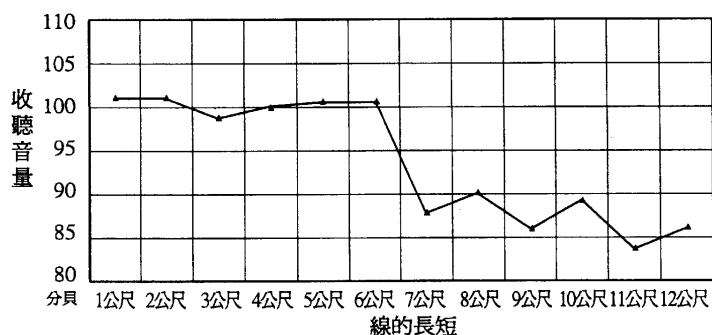
實驗八：說話筒線的長短與聽話筒的音量有關係嗎？

(表8)

線的長短不同之收聽音量測試表

單位：分貝

收聽 次數	線的長短 音量											
	1 公尺	2 公尺	3 公尺	4 公尺	5 公尺	6 公尺	7 公尺	8 公尺	9 公尺	10 公尺	11 公尺	12 公尺
1	101.1	101.1	100	100.2	100.5	100.4	87.9	90.2	85.5	89.9	82.9	86.0
2	101.1	101.1	99.7	100.2	100.5	100.4	87.7	90	85.5	89.9	82.9	86.0
3	101.1	101.2	99.5	100.2	100.5	100.4	87.7	90	85.5	89.6	83	85.8
4	101.1	101.1	99.3	100.1	100.5	100.4	87.7	90	85.5	89.6	83	86.7
平均	101.1	101.1	99.6	100.2	100.5	100.4	87.8	90.1	85.5	89.6	83	86.1



圖八：線的長短不同之收聽音量測試圖

結果：1.如表8：線的長短之收聽音量測試表。

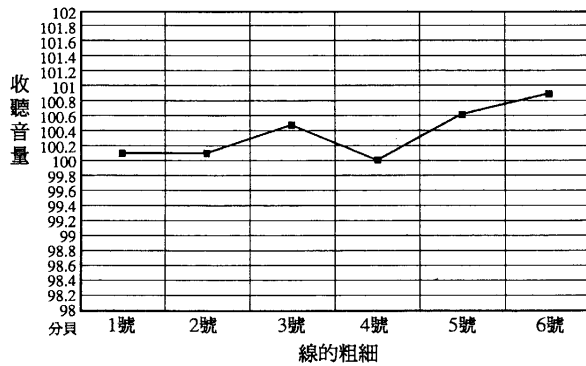
2.實驗中以線1公尺，2公尺長，收聽的音量最大，平均是101.1分貝，（但1公尺，2公尺太近距離，故小話筒不予採用，所以不考慮比較）。其次是5公尺，平均是100.5分貝，以11公尺長音量最小，平均是83.0分貝。

3.發現線愈長，傳話的音量有逐漸減小的現象。

實驗九：說話筒線的粗細與聽話筒的音量有關係嗎？

(表9) 線的粗細不同之收聽音量測試表 單位：分貝

收聽 次數	釣魚線 音量					
	1 號	2 號	3 號	4 號	5 號	6 號
1	100.1	100.1	100.5	100	100.8	101
2	100.1	100.1	100.5	99.9	100.7	101.1
3	100.1	100.1	100.5	100	100.9	101.1
4	100.1	100.1	100.5	100.1	100.6	101.1
平均	100.1	100.1	100.5	100	100.8	101.1



圖九：線的粗細不同之收聽音量測試圖

結果：1.如表9：線的粗細不同之收聽音量測試表。

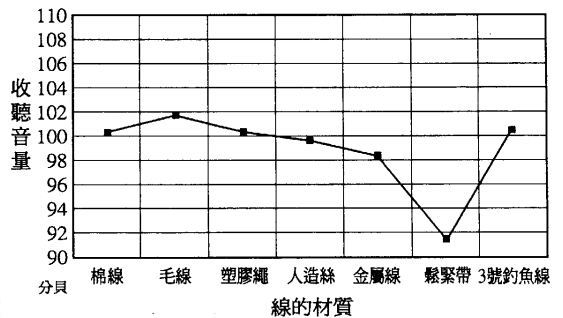
2.實驗中以6號線傳話效果最好平均是101.1分貝，其次是5號 > 3號 > 1號、2號 > 4號。

3.線的粗細與收聽的音量大小並沒有顯著的差異。

實驗十：說話筒線的材質與聽話筒的音量有關係嗎？

(表10) 線的材質不同之收聽音量測試表 單位：分貝

收聽次數	棉線	毛線	塑膠繩	人造絲	金屬線	鬆緊帶	3號釣魚線
1	100.3	101.1	100.3	99.3	98.6	91.5	100.5
2	100.0	101.2	100.2	99.6	98.3	91.6	100.5
3	100.1	101.1	100.3	99.6	98.4	90	100.5
4	100.2	101.2	100.2	99.7	98.7	91.4	100.5
平均	100.2	101.2	100.3	99.6	98.5	91.1	100.5



圖十：線的材質不同之收聽音量測試圖

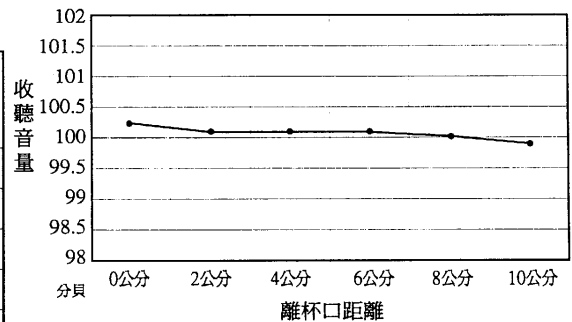
結果：1.如表10：線的材質不同之收聽音量測試表。

2.以毛線的傳話效果最好，平均音量是101.2分貝，其次是3號釣魚線 > 塑膠繩 > 棉線，以鬆緊帶傳話的效果最不好。

實驗十一：聲源與說話筒的距離與聽話筒的音量有關係嗎？

(表11) 聲源與杯口距離之收聽音量測試表 單位：分貝

收聽次數	0公分	2公分	4公分	6公分	8公分	10公分
1	100.3	100.1	100.1	100.1	100	99.7
2	100.0	100.1	100.1	100.1	100	99.8
3	100.1	100.1	100.1	100.1	100	99.8
4	100.2	100.1	100.2	100.2	100	99.7
平均	100.2	100.1	100.1	100.1	100	99.8



圖十一：聲源與杯口距離之收聽音量測試圖

結果：1.如表11：聲源與杯口距離之收聽音量測試表

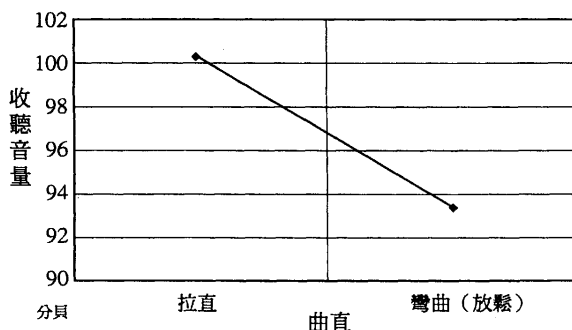
2.實驗中發現距離2公分、4公分、6公分、8公分收聽的音量無顯著差異，但距離10公分時，收聽的音量變小了。聲源與離杯口10cm，收聽的音量最小，平均值是53分貝。

3.聲源與杯口的距離愈小，收聽的音量愈大。

實驗十二：通話線的曲直障礙與聽話筒的音量有關係嗎？

線的曲直之收聽音量測試表
(表12) 單位：分貝

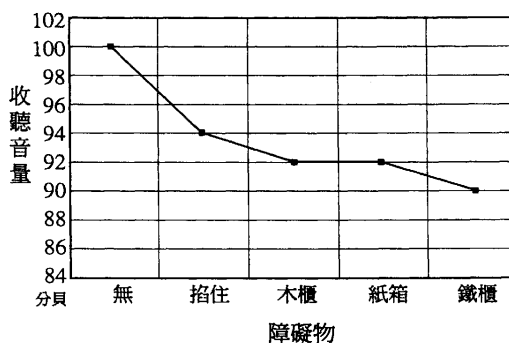
次數	曲直 收聽 音量	拉 直	彎 曲
1		100.3	93.7
2		100.0	93.7
3		100.1	93.7
4		100.2	93.7
平均		100.2	93.7



圖十二：線的曲直之收聽音量測試圖

(表13) 線的有無障礙物之收聽音量測試表 單位：分貝

次數	障礙 收聽 音量	無	摺住	木櫃	紙箱	鐵櫃
1		100.3	93.5	92.0	92.1	89.9
2		100.0	94.5	92.1	92.1	89.9
3		100.1	93.6	92	92.0	89.8
4		100.2	94.7	92	92.1	89.9
平均		100.2	94.1	92.0	92.1	89.9



圖十三：線的有無障礙物之收聽音量測試圖

結果：1.如表12：線的曲直之收聽音量測試表。

如表13：線的有無障礙物之收聽音量測試表。

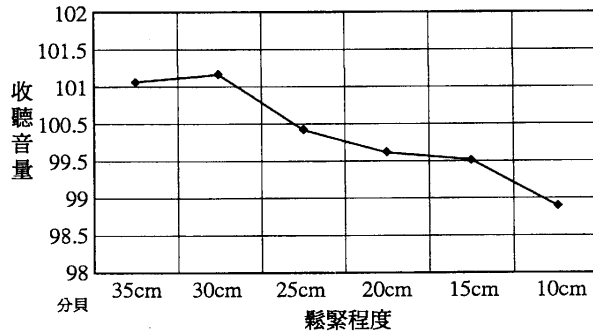
2.線拉直收聽音量最大，線彎了收聽音量最小。

3.線中間沒有障礙物聽得最大聲，線捏住或遇到鐵櫃、木櫃、紙箱音量都變小了。

實驗十三：通話線的鬆緊程度與聽話筒的音量有關係嗎？

(表14) 通話線的鬆緊程度之收聽音量測試表 單位：分貝

收聽 次數	離地面					
	35 cm	30 cm	25 cm	20 cm	15 cm	10 cm
1	101.0	101.1	100.4	100.0	99.9	98.9
2	101.1	101.1	100.4	100.1	99.9	98.8
3	101.0	101.0	100.3	100.2	100.0	98.8
4	101.0	101.1	100.3	100.2	100.1	98.8
平均	101.025	101.075	100.35	100.125	99.975	98.825



圖十四：通話線的鬆緊程度不同之收聽音量測試圖

結果：1.如表14：通話線的鬆緊程度不同之收聽音量測試表。

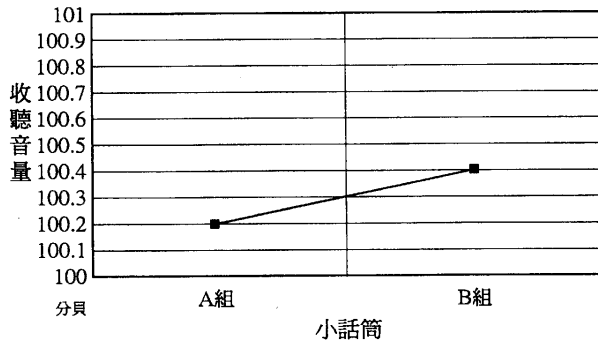
2.很明顯的通話線的鬆緊度愈緊，收聽音量愈高，愈鬆則收聽音量愈低。

3.當離地面35cm和30cm時，我們很仔細的反覆測量多次，其收聽效果都在101.0和101.1分貝之間，變化不大。

實驗十四：做一個傳話最清楚的小話筒。

A.B組小話筒之收聽音量測試表 (表15) 單位：分貝

收聽 次數	小話筒	
	A 組	B 組
1	100.5	100.5
2	100.6	100.4
3	100.7	100.4
4	100.6	100.3
平均	100.6	100.4



圖十五：A.B組小話筒之收聽音量測試圖

結果：1.如表15：A·B小話筒之收聽音量測試表。

2.A收聽的音量平均是100.6分貝，B組收聽的音量平均是100.4分貝，發現A組比B組傳話更清楚。

六、結論

- 1.由實驗1·2得知，說話筒和聽話筒的材質不同，收聽的音量也會不同。
- 2.改變說話筒或聽話筒材質的不同，對收聽音量大小的影響並不顯著。
- 3.由實驗3得知，說話筒紙質愈厚（ $150\text{g}/\text{m}^2$ ），收聽的音量愈大；愈薄，收聽的音量愈小。
- 4.由實驗4得知，聽話筒紙質愈厚（ $150\text{g}/\text{m}^2$ ），收聽的音量愈大；愈薄，收聽的音量愈小。
- 5.聽話筒材質厚薄不同所收聽的音量比說話筒材質厚薄不同收聽的對傳話效果影響較顯著。
- 6.由實驗5得知說話筒的音量愈大，收聽的音量愈大聲。
- 7.由實驗6得知說話筒的大小要適中以容積700c.c.最好，太大或太小傳話效果都不好。
- 8.由實驗7得知說話筒愈長，收聽的音量愈大，愈短的說話筒收聽的音量愈小。
- 9.由實驗8得知線的長度要適中，以5公尺、6公尺傳話效果最好，線太短或線太長效果都不好。
- 10.由實驗9得知線的粗細與收聽的音量大小並沒有顯著的關係。
- 11.由實驗10得知毛線的傳話效果最好，線的材質不同，傳話的效果也不同。
- 12.由實驗11得知聲源離杯口愈近收聽的音量愈大、愈遠，傳話就不清楚了。
- 13.由實驗12得知傳話時把線拉直，中間沒有障礙物，收聽的音量最大。
- 14.由實驗13得知線的鬆緊度很明顯的會影響傳話效果，愈緊效果愈好，但緊到一個程度之後便穩度下來了。
- 15.由實驗14得知用700c.c.的紙杯、杯底黏上軟木塞穿上5公尺長的毛線，可以做一個傳話最清楚的小話筒。

七、感想與後記

- 1.做好的小話筒將線纏繞在紙杯上收好，以免線打結。但在使用時一定要

一方慢慢的將線鬆開，不可兩方同時進行容易使線圈整團掉下來而打結。

2. 改變說話筒，聽話筒材質的厚薄，曾經考慮把兩張紙重疊，又想到黏貼的膠水或漿糊會影響參考價值而作罷。我們收集到的樣本最厚是白道林紙 $150\text{g}/\text{m}^2$ ，若能再找到更厚的紙樣本，可以再研究出到底是多厚的紙傳話效果最好。
3. 實驗線的長短1公尺~7公尺，都可以在視聽教室的小控制室進行，隔音效果最好，但是8公尺~12公尺太長了無法在控制室進行，只好移到視聽教室的演講廳。若能有一間夠大的控制室可以進行，那8~12公尺的數據更具可信度。
4. 發現小話筒的傳話紙杯適中（700c.c.）只要聲音靠近話筒，線不要太長（5公尺）把線拉直，中間沒有障礙物，就可以聽得很清楚。不一定要紙杯，軟木塞、鐵罐、鋁罐、牛皮也可以傳聲；不一定要棉線，塑膠繩、釣魚線、人造絲也可以。材料是隨手可得，不拘於原有的紙杯、棉線。
5. 起初，我們只注意到在實驗時要把通話線拉直，卻忽略了即使拉緊了通話線，其緊的程度也有可能影響傳話效果，所以我們便在每一次的實驗時特別控制通話線鬆緊程度。我們在線的中心點掛上3克的砝碼後，線的高度變低不超過1公分，以控制鬆緊度。
6. 我們發現說話筒和錄音機的距離、聽話筒和分貝器的距離都要控制得很精準，才不會影響偵測的結果。
7. 發現近距離（如1公尺、2公尺、3公尺）的傳話只要面對面交談就可以了，不需要借助到小話筒，多此一舉。但太遠距離（如9公尺、10公尺以上）的傳話收聽的音量就會變小又聽不清楚，這時借助小話筒已不實用，最好用擴音器或麥克風較好。所以小話筒只適用於適中距離的傳話（如4公尺、5公尺、6公尺）。
8. 發現小話筒的傳話效果清楚與否，和說話筒的材質、大小、長短，以及線的材質、長短，以及線的鬆緊程度和曲直障礙均有莫大的關係。
9. 我們曾想進一步探知：若把通話線延長至30公尺，甚至100公尺，那麼小話筒是否還能清楚的傳聲呢？可是在操場做30公尺的實驗時，發現外在噪音使分貝器呈不穩定現象，後來因為場地的限制我們便放棄了。

八、參考資料

1. 國民小學二年級自然科教學指引第5單元—國立編譯館

2. 自然科學百科2年級、5年級的學習－牛頓出版公司
3. 聲音的世界－圖文出版社

評語

本作品能夠利用懸掛3g重砝碼於線中心點之離地高度來控制線張力的變因，顯示對此一舊題目的研究，有突破之處。唯在距離超過7公尺的數據處理上，有所欠妥。