

聲音跑多快?用耳機就知道!

摘要

利用電腦錄音程式和立體耳機收音，簡易測量不同環境下空氣之聲速

壹、研究動機

上理化課時老師曾提到聲音在空氣中傳遞的速度與當時的溫度、風速及溼度有關，我們想要利用簡易的測量方法驗證事實是否如此，因此有了利用電腦錄音軟體和立體耳機收音來簡易測量不同環境下空氣之聲速的想法。

貳、研究目的

利用簡易設備，測量不同溫度、風速及溼度環境下空氣之聲速

參、研究設備及器材

電腦、錄音程式、耳機、含量尺之儀器架、不銹鋼碗、鋼筷、電風扇、噴霧罐。

肆、研究過程或方法

- 一、立體耳機雖為耳機，但亦可當做收音麥克風，其中左耳耳機可做為左聲道收音麥克風，右耳耳機可做為右聲道收音麥克風，將耳機接頭插在電腦的錄音孔，啟動電腦錄音程式，先以手指輕敲左耳耳機，測試發現可錄製左聲道之音源，改以手指輕敲右耳耳機，測試發現可錄製右聲道之音源。
- 二、將左耳耳機和右耳耳機置於含量尺之儀器架上，固定左、右耳機之間距，實驗裝置如圖(一)所示。

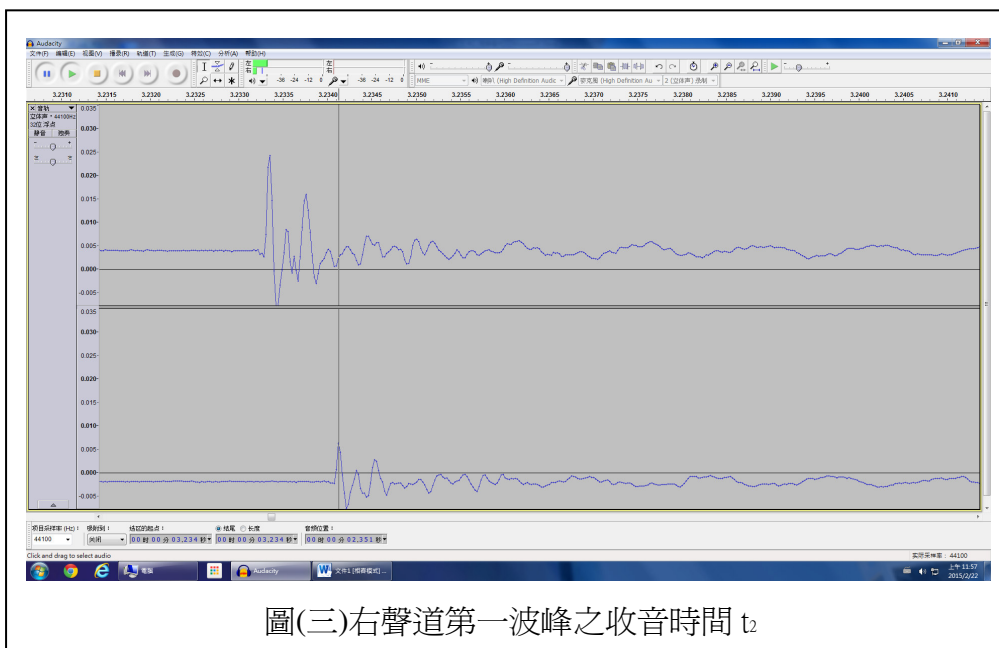
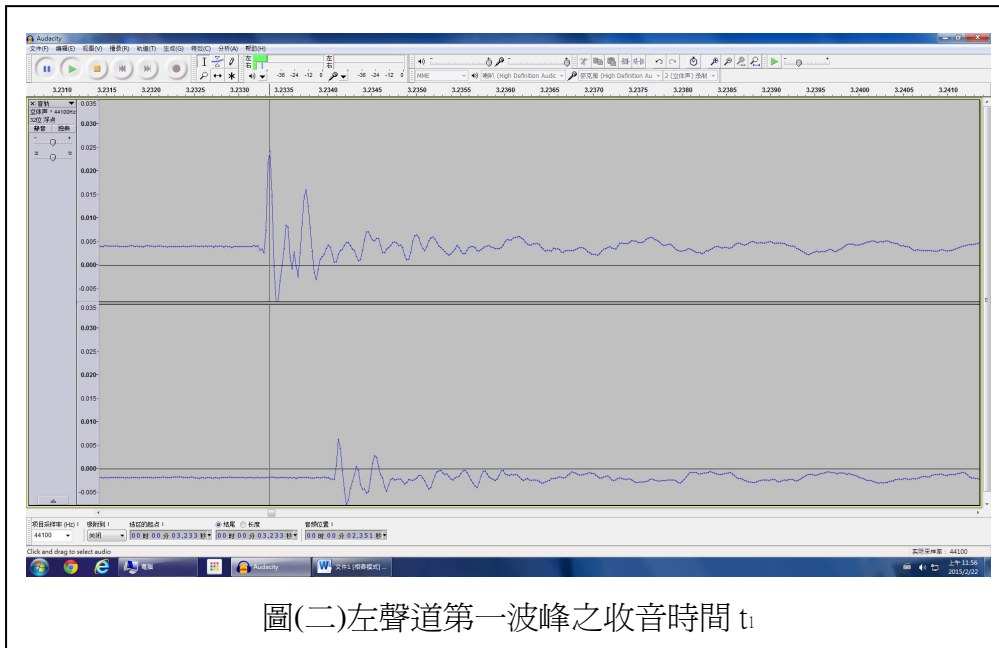


圖(一)實驗裝置圖

- 三、將不銹鋼碗置於左耳耳機之正前方，啟動電腦錄音程式並以鋼筷用力敲擊不銹鋼碗做為

發聲體。

四、根據電腦錄音程式上所顯示之左、右耳機收音之波形，分析其時間間隔，如圖(二)、圖(三)所示。



五、將左、右耳機之間距值除以其收音之時間間隔即為空氣之聲速

六、於不同之溫度下重複方法二~五。

七、將電扇置於左耳機正前方，開啓電風扇模擬順風之環境，重複方法二~五

八、將電扇置於右耳機正後方，開啓電風扇模擬逆風之環境，重複方法二~五

九、將噴霧罐置於左、右耳機之正上方噴灑水霧，模擬溼度變大之環境，重複方法二~五

伍、研究結果

一、不同溫度環境下空氣之聲速

(一)溫度 $T=18.1^{\circ}\text{C}$ ，理論值 $v=331+0.6T=331+0.6\times 18.1=341.86\text{m/s}$

實驗 項次	左、右耳機 之間距 S (m)	左聲道第一波峰 收音時間 t_1 (s)	右聲道第一波峰 收音時間 t_2 (s)	左、右聲道收音之 時間間隔 Δt (s)	空氣之聲速 $v=S/\Delta t$ (m/s)
一	0.7000	2.40591	2.40793	0.00202	346.53
二	0.7000	4.03447	4.03649	0.00202	346.53
三	0.7000	6.40751	6.40954	0.00203	344.83
四	0.7000	8.90505	8.90708	0.00202	346.53
五	0.7000	10.15945	10.16147	0.00202	346.53
六	0.7000	13.74006	13.74208	0.00202	346.53
七	0.7000	14.99050	14.99254	0.00204	343.14
八	0.7000	15.79798	15.80002	0.00204	343.14
九	0.7000	19.73809	19.74012	0.00203	344.83
十	0.7000	20.52507	20.52710	0.00203	344.83
平均					345.34
誤差					+1.02%

(二) 溫度 $T=24.5^{\circ}\text{C}$ ，理論值 $v=331+0.6T=331+0.6\times 24.5=345.70\text{m/s}$

實驗 項次	左、右耳機 之間距 S (m)	左聲道第一波峰 收音時間 t_1 (s)	右聲道第一波峰 收音時間 t_2 (s)	左、右聲道收音之 時間間隔 Δt (s)	空氣之聲速 $v=S/\Delta t$ (m/s)
一	0.7000	2.08542	2.08742	0.00200	350.00
二	0.7000	4.05422	4.05623	0.00201	348.26
三	0.7000	6.10265	6.10465	0.00200	350.00
四	0.7000	7.08558	7.08758	0.00200	350.00
五	0.7000	8.10032	8.10233	0.00200	350.00
六	0.7000	12.31444	12.31645	0.00201	348.26
七	0.7000	14.24903	14.25103	0.00200	350.00
八	0.7000	15.70462	15.70663	0.00201	348.26
九	0.7000	18.57619	18.57819	0.00200	350.00
十	0.7000	20.83208	20.83408	0.00200	350.00
平均					349.48
誤差					+1.10%

(三)溫度 $T=29.4^{\circ}\text{C}$ ，理論值 $v=331+0.6T=331+0.6\times 29.4=348.64\text{m/s}$

實驗 項次	左、右耳機 之間距 S (m)	左聲道第一波峰 收音時間 t_1 (s)	右聲道第一波峰 收音時間 t_2 (s)	左、右聲道收音之 時間間隔 Δt (s)	空氣之聲速 $v=S/\Delta t$ (m/s)
一	0.7000	2.08472	2.08670	0.00198	353.54
二	0.7000	4.65381	4.65579	0.00198	353.54
三	0.7000	6.73291	6.73489	0.00198	353.54
四	0.7000	7.80855	7.81052	0.00197	355.33
五	0.7000	8.21304	8.21501	0.00197	355.33
六	0.7000	12.85301	12.85499	0.00198	353.54

七	0.7000	14.42257	14.42454	0.00197	355.33
八	0.7000	15.87514	15.87712	0.00198	353.54
九	0.7000	18.54781	18.54979	0.00198	353.54
十	0.7000	20.24578	20.24776	0.00198	353.54
平均					354.08
誤差					+1.56%

二、順風、無風、逆風環境下空氣之聲速

(一)順風之環境，室溫 T=24.5°C

實驗項次	左、右耳機之間距 S (m)	左聲道第一波峰收音時間 t ₁ (s)	右聲道第一波峰收音時間 t ₂ (s)	左、右聲道收音之時間間隔 Δt (s)	空氣之聲速 v = S/Δt (m/s)
一	0.7000	2.32514	2.32712	0.00198	353.54
二	0.7000	4.52146	4.52344	0.00198	353.54
三	0.7000	6.58964	6.59161	0.00197	355.33
四	0.7000	8.14235	8.14433	0.00198	353.54
五	0.7000	10.57468	10.57666	0.00198	353.54
六	0.7000	13.95143	13.95341	0.00198	353.54
七	0.7000	15.14725	15.14922	0.00197	355.33
八	0.7000	18.43732	18.43930	0.00198	353.54
九	0.7000	19.29722	19.29920	0.00198	353.54
十	0.7000	20.16459	20.16657	0.00198	353.54
平均					353.90

(二)無風之環境，溫度 T=24.5°C

實驗項次	左、右耳機之間距 S (m)	左聲道第一波峰收音時間 t ₁ (s)	右聲道第一波峰收音時間 t ₂ (s)	左、右聲道收音之時間間隔 Δt (s)	空氣之聲速 v = S/Δt (m/s)
一	0.7000	2.08542	2.08742	0.00200	350.00
二	0.7000	4.05422	4.05623	0.00201	348.26
三	0.7000	6.10265	6.10465	0.00200	350.00
四	0.7000	7.08558	7.08758	0.00200	350.00
五	0.7000	8.10032	8.10233	0.00200	350.00
六	0.7000	12.31444	12.31645	0.00201	348.26
七	0.7000	14.24903	14.25103	0.00200	350.00
八	0.7000	15.70462	15.70663	0.00201	348.26
九	0.7000	18.57619	18.57819	0.00200	350.00
十	0.7000	20.83208	20.83408	0.00200	350.00
平均					349.48

(三)逆風之環境，室溫 T=24.5°C

實驗項次	左、右耳機之間距 S (m)	左聲道第一波峰收音時間 t ₁ (s)	右聲道第一波峰收音時間 t ₂ (s)	左、右聲道收音之時間間隔 Δt (s)	空氣之聲速 v = S/Δt (m/s)
一	0.7000	2.95715	2.95918	0.00203	344.83

二	0.7000	4.23567	4.23770	0.00203	344.83
三	0.7000	6.01245	6.01448	0.00202	346.53
四	0.7000	8.41525	8.41728	0.00203	344.83
五	0.7000	10.23590	10.23792	0.00202	346.53
六	0.7000	13.93471	13.93674	0.00203	344.83
七	0.7000	15.52480	15.52683	0.00203	344.83
八	0.7000	17.38472	17.38674	0.00202	346.53
九	0.7000	18.27843	18.28046	0.00203	344.83
十	0.7000	19.16137	19.16340	0.00202	346.53
平均					345.51

三、濕度不同之環境下空氣之聲速

(一) 乾燥 (未噴水霧前) 之環境，室溫 $T=24.5^{\circ}\text{C}$

實驗項次	左、右耳機之間距 S (m)	左聲道第一波峰收音時間 t_1 (s)	右聲道第一波峰收音時間 t_2 (s)	左、右聲道收音之時間間隔 Δt (s)	空氣之聲速 $v=S/\Delta t$ (m/s)
一	0.7000	2.08542	2.08742	0.00200	350.00
二	0.7000	4.05422	4.05623	0.00201	348.26
三	0.7000	6.10265	6.10465	0.00200	350.00
四	0.7000	7.08558	7.08758	0.00200	350.00
五	0.7000	8.10032	8.10233	0.00200	350.00
六	0.7000	12.31444	12.31645	0.00201	348.26
七	0.7000	14.24903	14.25103	0.00200	350.00
八	0.7000	15.70462	15.70663	0.00201	348.26
九	0.7000	18.57619	18.57819	0.00200	350.00
十	0.7000	20.83208	20.83408	0.00200	350.00
平均					349.48

(二) 潮濕 (已噴水霧後) 之環境，室溫 $T=24.5^{\circ}\text{C}$

實驗項次	左、右耳機之間距 S (m)	左聲道第一波峰收音時間 t_1 (s)	右聲道第一波峰收音時間 t_2 (s)	左、右聲道收音之時間間隔 Δt (s)	空氣之聲速 $v=S/\Delta t$ (m/s)
一	0.7000	3.39343	3.39543	0.00200	350.00
二	0.7000	4.13375	4.13575	0.00200	350.00
三	0.7000	4.83877	4.84078	0.00201	348.26
四	0.7000	6.02991	6.03191	0.00200	350.00
五	0.7000	7.14441	7.14641	0.00200	350.00
六	0.7000	8.24307	8.24507	0.00200	350.00
七	0.7000	9.10432	9.10452	0.00200	350.00
八	0.7000	10.07639	10.07839	0.00200	350.00
九	0.7000	10.93270	10.93471	0.00201	348.26
十	0.7000	11.73208	11.73408	0.00200	350.00
平均					349.65

陸、討論

- 一、利用電腦錄音程式和立體耳機收音，就能簡易測量聲速，測量結果皆小於 2% 之誤差。
- 二、測量不同溫度環境下空氣之聲速：

溫度	聲速實驗值(m/s)	聲速理論值(m/s)	誤差
18.1°C	345.34	341.86	1.02%
24.5°C	349.48	349.48	1.10%
29.4°C	354.08	354.08	1.56%

實驗結果符合溫度越高，聲速越大。

- 三、順風與逆風環境下空氣之聲速：

風向	聲速實驗值(m/s)
順風	353.39
無風	349.48
逆風	345.54

實驗結果符合順風時聲速變大，逆風時聲速變小。

- 四、濕度不同之環境下空氣之聲速

溼度	聲速實驗值(m/s)
乾燥	349.48
潮濕	349.56

實驗結果發現溼度大小並不會明顯影響聲速值。

柒、結論

- 一、溫度高低明顯影響空氣之聲速，是因為氣體動能隨溫度變高而變大，而聲音是以在氣體分子間動能振動的方式來傳播，因而溫度變高聲速也隨之變大。
- 二、順風時造成聲音向前傳遞之助力，聲速隨之增加，逆風時造成聲音向前傳遞之阻力，聲速隨之減少。
- 三、分子量小的氣體動能較大，聲音傳遞要比分子量大的氣體中要快，濕度越大，代表空氣中部分的氧氣 (分子量 32) 或氮氣 (分子量 28) 被水蒸氣 (分子量 18) 取代，因為水蒸氣比氧氣或氮氣的分子量小，所以濕度越大聲速也會越大，但影響非常有限，因為畢竟濕度中的水蒸氣只佔空氣中很小的比例而已，實驗結果發現溼度大小並不會明顯聲速大小。

捌、參考資料及其他

- 一、觀念物理 IV 作者：休伊特 Paul G. Hewitt 出版社：天下文化
- 二、音效卡計時器及其應用，科展傑群聽，民國 99 年，
<http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=-1&sid=5438>
- 三、聲音有多快？固體、液體中聲速的探討，科展傑群聽，民國 93 年，
<http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=-1&sid=1225>