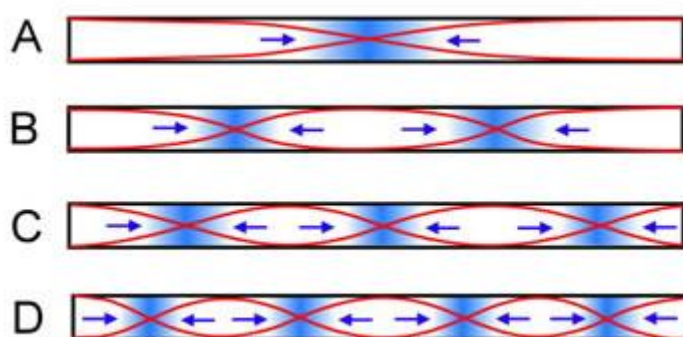


演示實驗 C：力學波動與熱力學篇

會唱歌的洗衣機排水管

1. 原理：

當排水管快速旋轉時，空氣會由手握持的這端流動至旋轉端（伯努力定律：氣體會由低速處（高壓）流向高速處（低壓）），而空氣流過凹凸不平的管壁時會被擾動，進而產生渦流，使空氣振動。排水管中的空氣震動可視為一左右端點皆不固定的波，產生駐波時，則排水管就會發出聲音，此時管長會是半個駐波波長的整數倍。



圖、管內駐波示意圖

2. 討論：

在實驗課時，我發現排水管轉的越快，音調就會越高，我認為是因為，渦流是由空氣撞擊凹凸不平的管壁所產生的，每產生一個渦流就會震動空氣，當空氣速率越快時，空氣撞擊管壁的頻率會上升，進而造成管內空氣的振動頻率提高，使得當排水管轉動的越快時，所產生的音調越高。

3. 嘗試推算排水管長度：

在實驗課時，我總共甩出了 4 種不同的音高，大致上為 G4、B4、D5、G5，其頻率與波長分別如下：

（音速 $V = 340 \text{ m/s}$ ， $V = \lambda f$ ，以 C4 表示中央 C）

表、音高、頻率、波長對應表

音名	G4	B4	D5	G5
頻率(Hz)	392.00	493.88	587.33	783.99
波長(m)	0.87	0.69	0.58	0.43

因為管長為半個駐波波長的整數倍，故可列出：（ k 為正整數）

$$0.87 \times \frac{k}{2} + 0.69 \times \frac{k+1}{2} = 0.58 \times \frac{k+2}{2} + 0.43 \times \frac{k+3}{2}$$
$$k = 3.2 \approx 3$$

由以上算式可知，管長約為 1.305m，印象中課堂上所用的排水管長度約為 1m 多左右，與我估算出的長度差不多。

根據以下算式推算：

$$1.305 \times 2 = 2.61$$

$$340 \div 2.61 = 130.26$$

這根排水管能發出的最低音應該是 C3（130.81Hz）左右（基本頻率）。

4. 參考資料

- <https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/%E9%9F%B3%E9%AB%98>
- <http://scigame.ntcu.edu.tw/voice/voice-011.html>
- <http://www.exo.net/~pauld/activities/AAAS/aaas2001.html#bernoulli>
- <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%BC%AF%E5%8A%AA%E5%88%A9%E5%AE%9A%E5%BE%8B>