

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： 摩擦高腳杯產生聲音的秘密

一、摘要

本實驗旨在研究水量對摩擦高腳杯產生聲音頻率的影響，以及探討為何在僅加入少量水時，頻率變化不明顯。我們利用 iPad 與其他簡易器材，自行設計並執行實驗來驗證這些現象。摩擦高腳杯的頻率會隨水量增加而下降，且下降幅度逐漸增大，可能是因水的質量影響振動特性。然而，當水量較少時，頻率變化不明顯（約 ± 3 Hz），推測因主要振動區域不在下半部，且底部質量較大，較不易振動，使整體頻率保持不變。

二、探究題目與動機

我們研究摩擦高腳杯產生聲音的頻率，是因為課堂上曾經學習影響聲音頻率的因素。在老師進行實驗，我們觀察到當高腳杯內的水量逐漸增加，我們覺得，由於振動體積（空氣）變小，產生的頻率應該上升，但實驗結果卻相反。此外，在某些特定的水量範圍內，摩擦所產生的頻率似乎保持不變。因此，我們希望探討以下兩個問題：

1. 為什麼在加入水後，摩擦高腳杯所產生的頻率會降低？
2. 為什麼當水量處於某些範圍時，產生的頻率不會改變？

三、探究目的與假設

研究目的：

- （一）研究在高腳杯加入不同水量、不同水位高度、不同高腳杯對手指沾水摩擦產生的聲音頻率的影響。
- （二）研究水量或水位在特定範圍內摩擦高腳杯不會產生頻率變化的原因。

假設：

1. 我們認為加入不同水量時，因為質量增加，摩擦高腳杯產生的頻率會逐漸降低。
2. 我們認為水量在特定範圍內摩擦高腳杯不會產生聲音頻率變化的原因可能與高腳杯的構造與外型及振動區域有關。

四、探究方法與驗證步驟

實驗器材：高腳杯*3（如圖一）、尺、量筒（100ml）、iPad（Arduino SJ 軟體）



圖（一）高腳杯圖

實驗方法：我們為了後續測量方便，我們根據高腳杯的形狀分成高杯、中杯、矮杯。每次測量時，接用手沾一些水並大略等速率地繞著高腳杯杯口摩擦，同時測量發出的聲音頻率。我們針對先前的假設計了以下實驗。

研究一、測量水量多寡對摩擦高腳杯產生聲音頻率的影響

實驗步驟：將高腳杯加入水，以 10 毫升為單位，逐漸遞增，將手指沾水後沿著高腳杯的杯口繞圈摩擦（如圖二），同時用 iPad（Arduino SJ）測量 3 秒內發出的聲音頻率的最高值與平均值。



圖（二） 摩擦高腳杯圖

實驗結果如下（表一）

表（一） 水量多寡對摩擦高腳杯頻率的影響

加入水量 (ml)	高杯摩擦頻率 (Hz)		中杯摩擦頻率 (Hz)		矮杯摩擦頻率 (Hz)	
	最高	平均	最高	平均	最高	平均
0	1921.2	1916.3	1209.5	1201.9	1458.8	1451.5
10	1921.6	1914.1	1210.8	1201.5	1457.8	1451.2
20	1924.1	1915.4	1204.8	1203.5	1454.1	1446.8
30	1922.8	1916.4	1203.9	1201.9	1451.9	1443.8
40	1915.2	1906.9	1203.0	1200.3	1444.2	1437.1
50	1908.9	1901.1	1203.0	1196.4	1441.1	1436.7
60	1901.2	1893.5	1198.8	1193.6	1434.7	1426.2
70	1893.4	1887.7	1194.7	1191.4	1427.2	1415.0
80	1867.8	1864.7	1188.0	1184.9	1410.0	1404.7
90	1826.9	1825.0	1179.5	1175.0	1396.1	1390.2
100	1791.7	1782.3	1175.0	1168.7	1373.9	1370.5

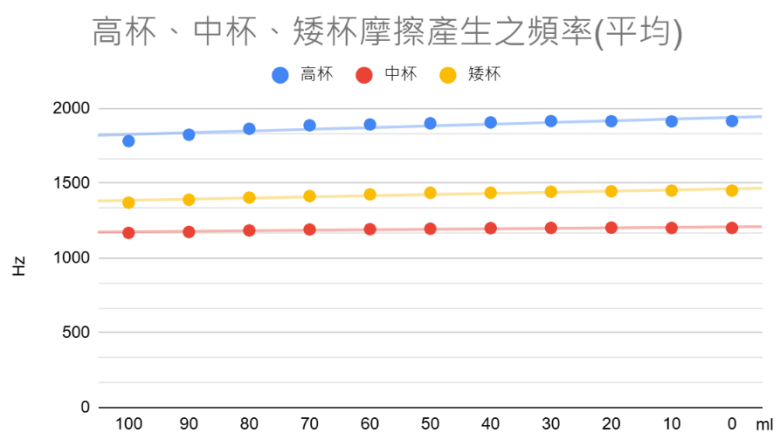


圖 (三) 水量多寡對摩擦高腳杯產生聲音頻率的影響

根據以上數據，我們發現高腳杯振動的頻率與加水的質量有關係，加的水越多時，聲音的頻率變低，可得知影響高腳杯產生的聲音頻率的因素並不是振動空氣振動的體積，而可能是重量等因素。且我們發現水只有加入一些時，並摩擦產生的聲音頻率沒有改變（雖有些許誤差），在水量增加到一定程度時，才會使摩擦產生的頻率下降，所以我們想來研究這個問題。

研究二、只加入一些水時，摩擦產生的聲音頻率並沒有明顯變化的原因

我們首先想要來了解高腳杯的主要振動區域，於是我們阻隔杯子部分區域振動，只讓某些地方振動，測量不同區域振動產生的頻率，因此我們設計了以下實驗：

實驗步驟：我們用一個乾抹布包住高腳杯的杯身（如圖四），並測量包住的位置與範圍，以及摩擦後產生的聲音頻率。



圖 (四) 高腳杯 (使用抹布包住一部份)

實驗結果：抹布覆蓋範圍從杯口到距離杯口 4.6cm處為止，摩擦高腳杯的振動不會發出高頻聲，再以下便可發出穩定的振動聲。

根據以上實驗，我們得知，高腳杯摩擦時只有少部分區域為主要的振動區，且集中在杯子中、上部，當用抹布覆蓋杯身下半部時，手指摩擦杯口仍可產生聲音。是因為高腳杯底部質量較大，所以主要振動範圍在上半部，導致不易振動。

五、結論與生活應用

結論：

- 1.我們發現摩擦高腳杯產生的頻率會隨著水量增加而下降，且下降的數值隨水量增加而越來越大，這可能是因為水的質量增加而導致。
2. 只有加一些水時，摩擦產生的頻率並沒有明顯變化（變化在 ± 3 赫茲內），經過實驗可推測是因高腳杯的主要振動區域不是在下半部，所以只有加一些水時並不影響其振動，我們推測可能是因高腳杯底部的質量較大，會使此區域不易振動，所以整體測得的振動頻率不變。

生活應用：

- 1.此實驗結果可用於魔術中，因為水量在一定範圍內所摩擦產生之頻率不會改變，但超過一定水量時卻會漸漸降低，適合用於變魔術的場合。
2. 一些街頭藝人會使用高腳杯來演奏音樂，透過摩擦杯口來發出不同音高的聲音。

參考資料

陳冠文、王智楷（2004）。〈酒杯發出之音符〉。2004 台灣國際科學展覽會。

- 取自 <https://www.ntsec.edu.tw/article/FileAtt.ashx?id=2436>