

(106學年度上學期)清華大學

普通物理實驗預報

實驗7: 一維與二維力學振盪及駐波現象

系級 = 材料二級

學號 = 106031209

姓名 = 彭翬文

組別 = 4

組員 = 林曜慈

A

實驗 7: 一維與二維力學振盪及駐波實驗

實驗目的: 探討力學波在不同介質中的波動及其振現象。

(一) 一維橫波振盪與其駐波共振: 觀察在繩上的橫波運動及其振現象, 探討波的傳播速率與繩張力和線密度的關係, 及生成駐波的條件。

(二) 金屬長條片橫波振盪: 觀察不同金屬片的橫波, 探討長度與振動頻率之關係。

(三) 環形駐波振盪: 觀察環形駐波現象及產生駐波的條件。

(四) 彈簧縱波振盪: 觀察彈簧縱波及振盪, 探討其共振頻率之因素。

(五) 二維共振之克拉尼圖形: 觀察不同平板二維駐波振盪及其圖形。

二、實驗原理:

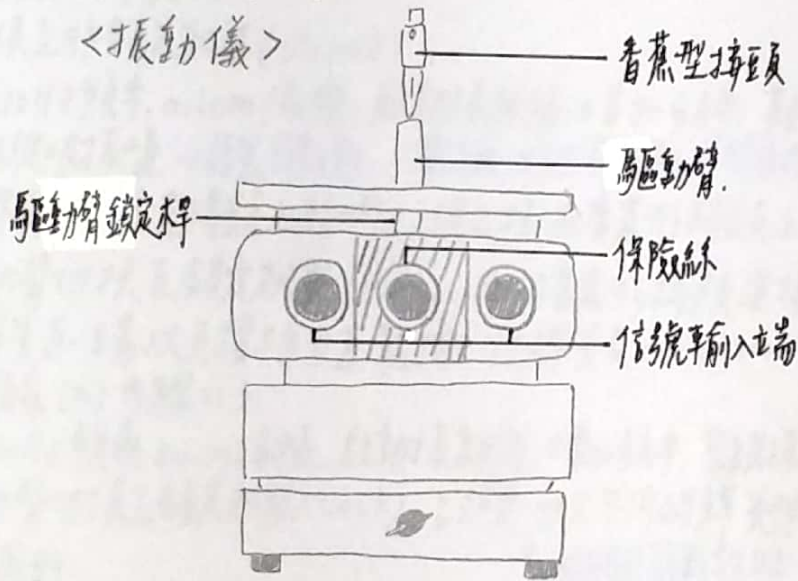
波速 $v = \sqrt{T/\mu} = f\lambda$ (T = 張力, μ = 線密度, f = 頻率, λ = 波長)

$L = n \times \frac{\lambda}{2}$, $n = 1, 2, 3, \dots$ (正整數), L 為兩端點之距離。

駐波為波的能量被封於一區間內, 波的來回干涉造成某些點不會振盪, 為節點; 某些點產生最大振幅, 為腹點, 因而產生特殊圖形。

三、實驗儀器: 振動儀, 信號產生器, 彈簧, 金屬片, 金屬圓環, 鋁製平板, 桌邊支撐夾具, 滑車輪, 細沙, 塑膠瓶, 電子天平, 砝碼。

<振動儀>



四、實驗步驟

(一) 一維橫波弦振盪與其駐波共振

A. 固定線密度 μ , 測量波速 v 與繩線所受之張力 T 間的關係 \rightarrow 繪製 $v-T$ 關係圖, 找出 $v-T$ 關係式

1. 測量線的重量和長度, 求出線密度

2. 架設實驗裝置, 使馬達動力臂保持鎖定狀態 (Lock)

3. 將線繩繫於香蕉型接頭, 連接馬達動力臂, \rightarrow 測量實際重量

4. 繩線的另一端經過滑車輪, 尾端掛上 100g 的砝碼, 計算張力 T 大小

5. 將馬達動力臂切換至非鎖定狀態 (Unlock)

6. 開啟信號產生器, 調整振幅大小, 觀察繩線隨正弦波信號頻率改變所發生的變化

調整正弦波信號的頻率，找出4個不同的共振頻率，並記錄駐波圖形

計算振動波的傳遞波速。

節點數目、節點位置、波腹位置
駐波波長、共振頻率

9. 改變砝碼重量共5次(每次增加50g)，重複步驟4-8。

10. 另取一條密度不同的繩線，重複步驟1-9

B. 固定張力 T ，測量波速 v 與繩線之線密度 μ 間的關係。→ 繪製 v 、 μ 關係圖
找出 v 、 μ 關係式

1. 同實驗A步驟1-8，改掛上200g的砝碼

2. 更換2種不同線密度的線，重複步驟1

(二) 金屬片共振波振盪 → 繪製長度 f 關係圖，找出長度 f 關係式

1. 測量金屬片的寬度、長度

2. 旋轉大金屬片角度，使彼此間角度相同。

3. 將共振動力儀局部動力臂切換至鎖定狀態(Lock)，再將金屬片組的香蕉形插頭插入振動力儀局部動力臂，再切至非鎖定狀態(Unlock)

4. 將正弦波信號產生器的信號輸出端接至振動力儀。

5. 以10Hz啟動共振動力儀，增加頻率觀察共振情形，記錄金屬片振幅最大的頻率(即共振頻率)

6. 改變六金屬片角度，使彼此間角度不同，觀察角度對共振的影響。

(三) 環形金屬片共振波振盪 → 繪製節點數 f 關係圖，找出節點數 f 關係式

1. 將共振動力儀局部動力臂切換至鎖定狀態(Lock)，再將金屬線環的香蕉形插頭插入局部動力臂。

2. 同實驗A(一)步驟4。

3. 切換至非鎖定狀態(Unlock)

4. 設定10Hz頻率，0.1cm振幅，啟動共振動力儀，增加頻率，觀察共振情形，並記錄金屬片共振圖形

(四) 彈簧共振波振盪 → 繪製節點數 f 關係圖，找出節點數 f 關係式/ 繪製產生固定節點數時，不同彈簧長度和共振頻率的變化圖

1. 將彈簧一端穿過接頭上的洞口，使之掛在香蕉形接頭上。

2. 局部動力臂切換至鎖定狀態(Lock)，再將香蕉形接頭連接局部動力臂。

3. 將彈簧另一端以支撐物垂直鬆掛，使彈簧長30-60cm。

4. 同實驗A(三)步驟2、3。

5. 設定10Hz頻率，0.1cm振幅，啟動共振動力儀，增加頻率，觀察共振情形，並記錄。

6. 局部動力臂切換至鎖定狀態(Lock)，改變4-6不同的彈簧伸長長度，重複步驟1-5。

比較相同節點數時 f 是否相同

(五) 克拉尼圖形。

1. 局部動力臂切換至鎖定狀態(Lock)，將24x24正方形香蕉插座插入香蕉形接頭，使克拉尼平板連接局部動力臂的傳動軸。

2. 水平校正克拉尼平板(若不水平，圖形圖案不完整、不均勻、不對稱)

3. 播放沙，以清楚觀察的量即可。

4. 同實驗A(三)步驟2、3，記錄不同圖形的頻率。

5. 取圓形板、小提琴形板重複步驟1-4。

6. 觀察測方形不均勻受力或特殊張力對共振頻率和圖形圖案的影響。

(1) 取圖案簡單對稱的共振頻率，記錄圖形圖案(2) 用手抓一邊及改變位置後觀察

(3) 另選三圖案的共振頻率，重複步驟(1)-(2)

7. 觀察測圓形圖形，步驟同6。

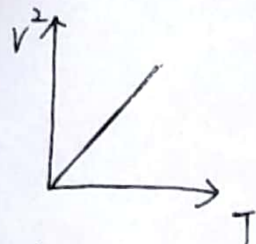
8. 將接頭插入儀器圓心的小洞後觀察

預習

張力 T 和波速 V 的關係?

$$A: V = \sqrt{T/\mu}$$

$$\Rightarrow T = \mu V^2$$



張力 T 和波速 V 的平方呈正比

2. 長度 L 和其振頻率 f 的關係?

$$A: V = \sqrt{T/\mu} = f\lambda \quad L = n \times \frac{\lambda}{2}, \quad n=1, 2, 3, \dots \text{(正整數)}$$



長度 L 和其振頻率 f 呈反比。