

BÀI SỐ 4

XÁC ĐỊNH BƯỚC SÓNG VÀ VẬN TỐC TRUYỀN ÂM TRONG KHÔNG KHÍ BẰNG PHƯƠNG PHÁP CỘNG HƯỞNG SÓNG DỪNG

Trường .....

Lớp .....Nhóm.....

Họ tên .....

Xác nhận của giáo viên hướng dẫn

I. MỤC ĐÍCH THÍ NGHIỆM

Xác định bước sóng và vận tốc truyền âm trong không khí bằng phương pháp cộng hưởng sóng dừng.

II. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

1. Khảo sát hiện tượng cộng hưởng sóng dừng trong ống một đầu kín một đầu hở

Bảng 1 Nhiệt độ phòng: T = 28 °C

Tần số âm: $f_1 = 500.0 \pm 0.1 \text{ Hz}$				
Lần đo	$L_1 \text{ (mm)}$	$L_2 \text{ (mm)}$	$d_1 = L_2 - L_1$	$\Delta d_1$
1	163	515	352	0.2
2	165	516	351	0.8
3	164	515	351	0.8
4	165	517	352	0.2
5	163	516	353	1.2
Trung bình			$\overline{d_1} = 351.8 \text{ mm}$	$\overline{\Delta d_1} = 0.6 \text{ mm}$
Tần số âm: $f_2 = 600.0 \pm 0.1 \text{ Hz}$				
Lần đo	$L_1 \text{ (mm)}$	$L_2 \text{ (mm)}$	$d_2 = L_2 - L_1$	$\Delta d_1$
1	135	435	300	0.6
2	134	435	301	0.4
3	135	436	301	0.4
4	134	434	300	0.6
5	133	434	301	0.4
Trung bình			$\overline{d_2} = 300.6 \text{ mm}$	$\overline{\Delta d_2} = 0.5 \text{ mm}$
Tần số âm: $f_3 = 700.0 \pm 0.1 \text{ Hz}$				
Lần đo	$L_1 \text{ (mm)}$	$L_2 \text{ (mm)}$	$d_3 = L_2 - L_1$	$\Delta d_1$
1	112	365	253	1.2
2	113	365	252	0.2
3	115	367	252	0.2
4	113	364	251	0.8
5	112	363	251	0.8
Trung bình			$\overline{d_3} = 251.8 \text{ mm}$	$\overline{\Delta d_3} = 0.6 \text{ mm}$

2. Khảo sát hiện tượng cộng hưởng sóng dừng trong ống hai đầu hở

Bảng 2

Chiều dài ống $L = 1000 \pm 1 \text{ (mm)}$ , điều kiện cộng hưởng: $L = k\lambda/2$ .					
Lần đo	Tần số cộng hưởng $f \text{ (Hz)}$				
	Mode cơ bản	Bậc 1	Bậc 2	Bậc 3	Bậc 4
1	165	335	502	671	832
2	168	336	504	673	833
3	167	335	503	673	832

## XỬ LÝ SỐ LIỆU

### 1. Khảo sát hiện tượng cộng hưởng sóng dừng trong ống một đầu kín một đầu hở

#### 1.1. Tính giá trị trung bình và sai số tuyệt đối của các bước sóng $\lambda$

a) Tần số  $f_1 = 500 \text{ Hz}$ :

$$\bar{\lambda}_1 = 2 \cdot \bar{d}_1 = 2 \cdot \frac{351.8}{1000} = 0.7036 \text{ (m)}$$

$$\Delta\lambda_1 = 2 \cdot \Delta d_1 = 2 \cdot [(\Delta d_1)_{dc} + \overline{\Delta d_1}] = 2 \cdot \left(0.002 + \frac{0.6}{1000}\right) = 0.0052 \text{ (m)}$$

suy ra:  $\lambda_1 = \bar{\lambda}_1 \pm \Delta\lambda_1 = \mathbf{0.7036 \pm 0.0052 \text{ (m)}}$ , hoặc:  $\lambda_1 = \bar{\lambda}_1 \pm \Delta\lambda_1 = 7036 \pm 52 \text{ (} 10^{-4} \text{m)}$

b) Tần số  $f_2 = 600 \text{ Hz}$ :

$$\bar{\lambda}_2 = 2 \cdot \bar{d}_2 = 2 \cdot \frac{300.6}{1000} = 0.6012 \text{ (m)}$$

$$\Delta\lambda_2 = 2 \cdot \Delta d_2 = 2 \cdot [(\Delta d_2)_{dc} + \overline{\Delta d_2}] = 2 \cdot \left(0.002 + \frac{0.5}{1000}\right) = 0.0050 \text{ (m)}$$

suy ra:  $\lambda_2 = \bar{\lambda}_2 \pm \Delta\lambda_2 = \mathbf{0.6012 \pm 0.0050 \text{ (m)}}$ , hoặc:  $\lambda_2 = \bar{\lambda}_2 \pm \Delta\lambda_2 = 6012 \pm 50 \text{ (} 10^{-4} \text{m)}$

c) Tần số  $f_3 = 700 \text{ Hz}$ :

$$\bar{\lambda}_3 = 2 \cdot \bar{d}_3 = 2 \cdot \frac{251.8}{1000} = 0.5036 \text{ (m)}$$

$$\Delta\lambda_3 = 2 \cdot \Delta d_3 = 2 \cdot [(\Delta d_3)_{dc} + \overline{\Delta d_3}] = 2 \cdot \left(0.002 + \frac{0.6}{1000}\right) = 0.0052 \text{ (m)}$$

suy ra:  $\lambda_3 = \bar{\lambda}_3 \pm \Delta\lambda_3 = \mathbf{0.5036 \pm 0.0052 \text{ (m)}}$ , hoặc:  $\lambda_3 = \bar{\lambda}_3 \pm \Delta\lambda_3 = 5036 \pm 52 \text{ (} 10^{-4} \text{m)}$

Với:  $(\Delta d)_{dc} = \Delta L_1 + \Delta L_2 = 0.001 + 0.001 = 0.002 \text{ (m)}$

#### 1.2. Tính sai số tương đối của vận tốc âm trong không khí

a) Tần số  $f_1 = 500 \text{ Hz}$ :

$$\delta_1 = \frac{\Delta v_1}{v_1} = \frac{\Delta\lambda_1}{\bar{\lambda}_1} + \frac{\Delta f_1}{f_1} = \frac{0.0052}{0.7036} + \frac{0.1}{500} = 0.0076 = 0.76 \text{ (%)}$$

$$\bar{v}_1 = \bar{\lambda}_1 \cdot f_1 = 0.7036 \times 500 = 351.8 \text{ (m/s)}$$

$$\Delta v_1 = \delta_1 \cdot \bar{v}_1 = \frac{0.76}{100} \times 351.8 = 2.7 \text{ (m/s)}$$

suy ra:  $v_1 = \bar{v}_1 \pm \Delta v_1 = 351.8 \pm 2.7 \text{ (m/s)}$

b) Tần số  $f_2 = 600 \text{ Hz}$ :

$$\delta_2 = \frac{\Delta v_2}{v_2} = \frac{\Delta\lambda_2}{\bar{\lambda}_2} + \frac{\Delta f_2}{f_2} = \frac{0.0050}{0.6012} + \frac{0.1}{600} = 0.0085 = 0.85 \text{ (%)}$$

$$\bar{v}_2 = \bar{\lambda}_2 \cdot f_2 = 0.6012 \times 600 = 360.7 \text{ (m/s)}$$

$$\Delta v_2 = \delta_2 \cdot \bar{v}_2 = \frac{0.85}{100} \times 360.7 = 3.1 \text{ (m/s)}$$

suy ra:  $v_2 = \bar{v}_2 \pm \Delta v_2 = 360.7 \pm 3.1 \text{ (m/s)}$

c) Tần số  $f_3 = 700\text{Hz}$ :

$$\delta_3 = \frac{\Delta v_3}{v_3} = \frac{\Delta \lambda_3}{\lambda_3} + \frac{\Delta f_3}{f_3} = \frac{0.0052}{0.5036} + \frac{0.1}{700} = 0.010 = 1.0 (\%)$$

$$\bar{v}_3 = \bar{\lambda}_3 \cdot f_3 = 0.5036 \times 700 = 352.5 \text{ (m/s)}$$

$$\Delta v_3 = \delta_3 \cdot \bar{v}_3 = \frac{1.0}{100} \times 352.5 = 3.5 \text{ (m/s)}$$

suy ra:  $v_3 = \bar{v}_3 \pm \Delta v_3 = 352.5 \pm 3.5 \text{ (m/s)}$

## 2. Nhận xét kết quả

Theo lý thuyết, vận tốc truyền âm trong không khí ở điều kiện áp suất  $1 \text{ atm}$  và nhiệt độ  $T (^{\circ}\text{C})$  được xác định bởi công thức:  $v_{LT} = v_0 \sqrt{1 + \alpha T (^{\circ}\text{C})}$  với  $\alpha = \frac{1}{273} \text{ độ}^{-1}$  và  $v_0 = 332 \text{ (m/s)}$  là vận tốc sóng âm trong không khí ở  $0^{\circ}\text{C}$ .

a) Tính giá trị vận tốc truyền sóng âm ở nhiệt độ phòng thí nghiệm:

$$v_{LT} = 332 \sqrt{1 + \frac{1}{273} \cdot 28} = 348.6 \text{ (m/s)}$$

b) So sánh các giá trị vận tốc truyền sóng âm  $v_1, v_2, v_3$  thu được từ thực nghiệm với lý thuyết  $v_{LT}$ , đồng thời giải thích lý do nếu có sự sai khác nhau:

**Các giá trị vận tốc truyền sóng âm  $v_1, v_2, v_3$  thu được từ thực nghiệm so với lý thuyết  $v_{LT}$  có sự sai khác nhau ( $v_{LT} < v_1 < v_3 < v_2$ ), lý do là có sự xuất hiện của sai số. Bao gồm, sai số dụng cụ, sai số ngẫu nhiên, sai số của nhiệt độ (không ổn định giữa các lần đo), chênh lệch áp suất giữa các phân tử khí trong ống...**

## 3. Khảo sát hiện tượng cộng hưởng sóng dừng trong ống hai đầu hở

Từ bảng 2, tính vận tốc truyền âm trong không khí ứng với mode cơ bản.

Từ công thức  $L = k\lambda/2$ , với mode cơ bản ( $k = 1$ ) ta có  $L = \lambda/2 \rightarrow \lambda = 2L = 2.1 = 2 \text{ (m)}$

$$\bar{f} = \frac{f_1 + f_2 + f_3}{3} = \frac{165 + 168 + 167}{3} = 166.7 \text{ (Hz)} \rightarrow \bar{v} = \lambda \cdot \bar{f} = 2 \times 166.7 = 333.4 \text{ (m/s)}$$

$$\Delta f_1 = 1.7 \text{ (Hz)}; \Delta f_2 = 1.3 \text{ (Hz)}; \Delta f_3 = 0.3 \text{ (Hz)} \rightarrow \overline{\Delta f} = \frac{\Delta f_1 + \Delta f_2 + \Delta f_3}{3} = \frac{1.7 + 1.3 + 0.3}{3} = 1.1 \text{ (Hz)}$$

$$\Delta f = (\Delta f)_{dc} + \overline{\Delta f} = 0.1 + 1.1 = 1.2 \text{ (Hz)}; \Delta \lambda = 2 \cdot \Delta L = 2 \times 0.001 = 0.002 \text{ (m)}$$

$$\delta = \frac{\Delta v}{\bar{v}} = \frac{\Delta \lambda}{\lambda} + \frac{\Delta f}{\bar{f}} = \frac{0.002}{2} + \frac{1.2}{166.7} = 0.008 = 0.8 (\%) \rightarrow \Delta v = \delta \cdot \bar{v} = \frac{0.8}{100} \times 333.4 = 2.7 \text{ (m/s)}$$

Vậy:  $v = \bar{v} \pm \Delta v = 333.4 \pm 2.7 \text{ (m/s)}$

**Chú ý: Tránh nhầm lẫn giữa  $\lambda, \bar{\lambda}$  và  $f, \bar{f}$  trong các mục tính toán của phần 1 (1.1, 1.2) và 3.**