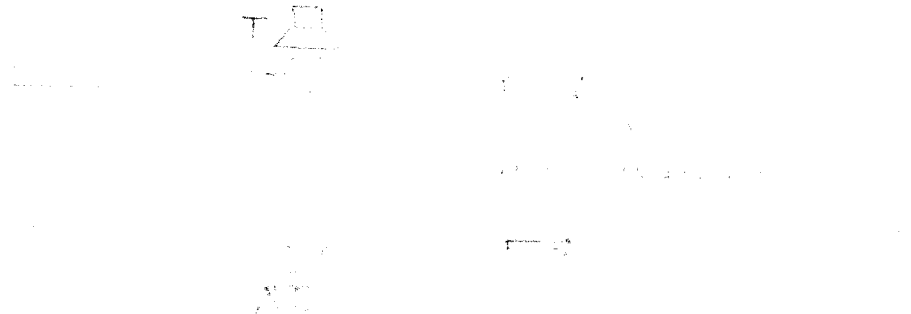


Lisaküsimused

Tallinna Tehnikaülikool Füüsika kateeder	
Üliõpilane: Sten Kivistik	Teostatud: 31.10.02
Õpperühm: AAAB11	Kaitstud: 14.11.02
Töö nr. 20	OT
HÄÄLE KIIRUS	
Töö eesmärk: Hääle lainepikkuse määramine õhus.	Töövahendid: Heligeneraator, telefon, mikrofon, ostsilloskoop, Quincke toru.

Skeem



TÖÖ TEOREETILISED ALUSED

Lainete levimisel keskkonnas kehtib seos $v = \lambda \cdot f$, kus v on lainete levimise kiirus, λ - lainepikkus, f – sagedus.

Teooria annab hääle kiiruse jaoks gaasides valemi $v = \kappa \cdot R \cdot T / \mu$ kus κ on gaasi isobaarilise ja isokoorilise moolsoojuse suhe, R – universaalne gaasikonstant ($R=8,31 \text{ J/K.mol}$), T – absoluutne temperatuur, μ - moolmass(õhu jaoks $\mu = 29 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$).

Seega $\kappa = \mu \cdot v^2 / R \cdot T$

Interferentsimeetod:

Töös kasutatav Quincke toru koosneb kahest teineteise sees liikuvast U-kujulisest torust. Sellise süsteemi pikkus on mõõdetav ning muudetav selleks ettenähtud millimeeterskaala abil. Telefon T on ette nähtud helivõnkumiste tekitamiseks süsteemis. Helivõnkumised registreeritakse mikrofoniga M, mis ühendatakse ostsilloskoopi y-telje klemmidega.

Telefoni poolt tekitatud võnkumised levivad mõlemat haru mööda ja võivad kokku saades teineteist tugevdada või nõrgendada, tekitades vastavalt interferentsi maksimumi või miinimumi.

Olgu harude pikkused sellised, et tekib üks neist juhtudest. Suurendades ühe haru pikkust toimub varsti jälle see sama olukord, st hääle töö mööda muudetavat toru muutus lainepikkuse võrra. Teepikkus muutus siis $2 \cdot \Delta l$ võrra ja

$$\lambda = 2 \cdot \Delta l$$

Haru pikkuse edasisel suurendamisel võib selliseid olukordi saavutada korduvalt. Kui nihutamisel Δl_n võrra esines n korda maksimum või miinimum, siis

$$\lambda = 2 \cdot \Delta l_n / n$$

Töö käik:

1. Lülitage sisse ostsilloskoop. Reguleerige kiire kujutis ekraanil keskele paraja heleduse ja õige teravusega.
2. Lülitage sisse heligeneraator ja reguleeriga ta juhendaja poolt antud sagedusele f
3. Alustades Quincke toru kokkulükatud asendist, nihutage ühte haru teise suhtes seni, knui elektronkiire jälg ostsilloskoobi ekraanil saavutab maksimaalse(või minimaalse pikkuse). Kirjutage üles algnäid L_0 .
4. Muutes haru pikkust, leidke veel 3...5 asendit l_n , mille korral elektronkiire amplituud on maksimaalne(minimaalne). Tulemused kandke tabelisse.
5. Korrake samu mõõtmisis veel juhendaja poolt määratud kahe sageduse korral. Tulemused kandke tabelisse.
6. Leidke valemiga (1) kiirus v ja tema viga.
7. Leidke valemi (4) järgi kiirus $0\text{ }^\circ\text{C}$ juures.
8. Leidke valemi (3) järgi moolsoojuste suhe.

Mõõtmistulemused.

Katse nr.	f, Hz	l_0 , cm	l_n , cm	n	ΔL_n , cm	λ , m $\cdot 10^{-2}$
1	4000	7,8	16,4	1	8,6	8,6
2			25,2	2	8,8	8,8
3			34,0	3	8,8	8,8
4	5000	5,5	12,5	1	7,0	7,0
5			19,3	2	6,8	6,8
6			26,2	3	6,9	6,9
7			33,1	4	6,9	6,9
8	6000	2,7	8,5	1	5,8	5,8
9			14,4	2	5,9	5,9
10			20,2	3	5,8	5,8
11			26,0	4	5,8	5,8
12			31,8	5	5,8	5,8

Calculations

1. Kiruna V ja tema vea arvutamine

$$V = \lambda \cdot f$$

$$\lambda_1 = 8,733 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\lambda_2 = 6,900 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\lambda_3 = 5,820 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\Delta \lambda_1 = 4,3 \cdot \sqrt{\frac{0,00264}{2,3}} = 0,287 \cdot 10^{-2} \text{ (m)}$$

$$\Delta \lambda_2 = 3,2 \cdot \sqrt{\frac{0,02}{4,3}} = 0,131 \cdot 10^{-2} \text{ (m)}$$

$$\Delta \lambda_3 = 2,8 \cdot \sqrt{\frac{0,008}{3,4}} = 0,056 \cdot 10^{-2} \text{ (m)}$$

$$f_1 = 4000 \text{ Hz}$$

$$f_2 = 5000 \text{ Hz}$$

$$f_3 = 6000 \text{ Hz}$$

$$\Delta f = 5 \text{ Hz}$$

$$V_1 = 349,32 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$V_2 = 345,00 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$V_3 = 349,20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\Delta V_1 = \sqrt{(\lambda_1 \cdot \Delta f)^2 + (f_1 \cdot \Delta \lambda_1)^2} = 11,49 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\Delta V_2 = \sqrt{(\lambda_2 \cdot \Delta f)^2 + (f_2 \cdot \Delta \lambda_2)^2} = 6,56 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\Delta V_3 = \sqrt{(\lambda_3 \cdot \Delta f)^2 + (f_3 \cdot \Delta \lambda_3)^2} = 3,37 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\Delta V = \sqrt{11,49^2 + 6,56^2 + 3,37^2} = 13,65$$

$$V = (347,84 + 13,65) \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$V = (348 \pm 14) \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Substansi vea:

$$\delta = \frac{\Delta V}{V} \cdot 100\%$$

$$\delta = \frac{13,65}{347,84} \cdot 100\% = 3,9\%$$

$$\delta = \frac{14}{348} \cdot 100\% = 4,0\%$$

2. Kuumuse laidmine 0°C juures

$$t = 19,5^{\circ}\text{C}$$

$$V_0 = \frac{V}{1 + 0,002 \cdot t}$$

$$V_0 = \frac{347,84}{1 + 0,002 \cdot 19,5} = 334,78 \left(\frac{\text{ml}}{\text{s}}\right)$$

3. Moolsoojuste suhte laidmine

$$\mu = 29 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$$

$$T = 273 + 19,5 = 292,5 (\text{K})$$

$$\mathcal{H} = \frac{\mu V^2}{RT}$$

$$\mathcal{H} = \frac{29 \cdot 10^{-3} \cdot 347,84^2}{8,31 \cdot 292,5} = 1,44$$

Järeldused.

Häcke kuumuse õhus:

$$V = (347,84 \pm 17) \text{ ml} = (348 \pm 17) \frac{\text{ml}}{\text{s}}$$

Suhtelise viga:

$$\bar{c} = 4,0\%$$

Häcke kuumuse 0°C juures: $V_0 = 334,78 \left(\frac{\text{ml}}{\text{s}}\right)$

Moolsoojuste suhte: $\mathcal{H} = 1,44$