

Tallinna Tehnikaülikool

Füüsikainstituut

Üliõpilane: Meelis Saluvee

Teostatud: 19. november 1999

Õpperühm: LAP 13

Kaitstud:

Töö nr: 17

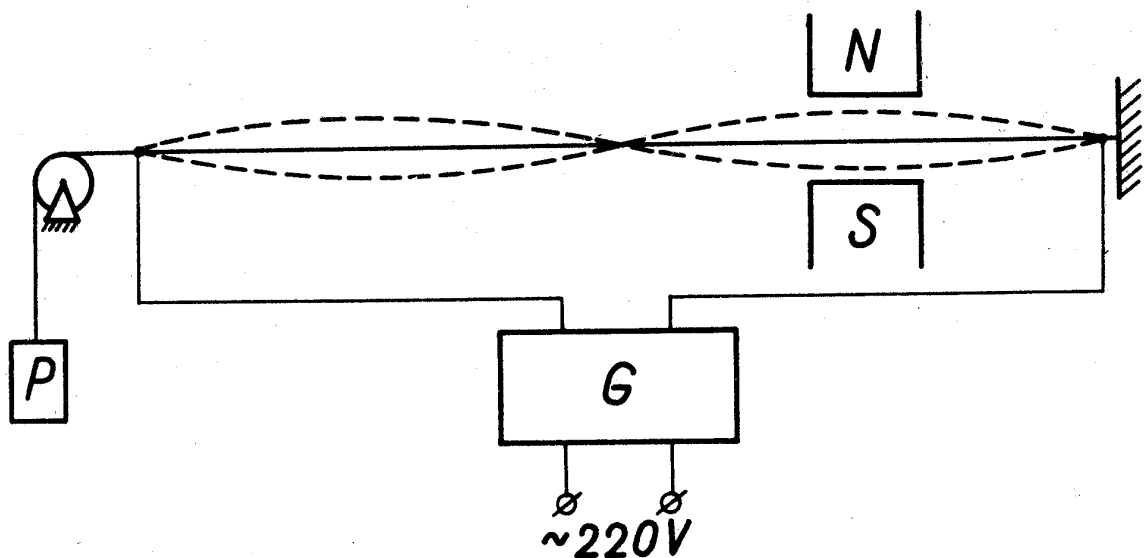
OT allkiri:

KEELE VÕNKUMISED

Töö eesmärk: Seisulainete tekitamine keelel ja nende uurimine.

Töövahendid: Statiivile kinnitatud keel koos alusega vihtide jaoks, vihtide komplekt, heligeneraator, magnet, kruvik, joonlaud, millimeeterpaber.

Skeem



Katseandmete tabel

Seisulainete uurimine keelel.

$l = \dots \pm \dots$, $d = \dots \pm \dots$, $\zeta = \dots \pm \dots$

Katse nr.	m, g	f_{gen} , Hz	f_n , Hz	v, m/s	Δv , m/s
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					

Arvutused ja veaarvutused

$$t_{\infty,0.95} = 2.0$$

$$l = 0.900 \text{ m}$$

$$d = 4.0 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$g = 9.818 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\rho = 7.8 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$m_1 = 0.729 \text{ kg}$$

$$m_2 = 1.151 \text{ kg}$$

$$m_3 = 1.454 \text{ kg}$$

$$m_4 = 1.593 \text{ kg}$$

Omaõnkesageduste arvutamine

$$f_n = \frac{n}{ld} \cdot \sqrt{\frac{mg}{\pi\rho}}$$

1. $n = 1$

$$f_{n1} = \frac{1}{ld} \cdot \sqrt{\frac{m_1 g}{\pi\rho}} = 47.47 \text{ Hz}$$

$$f_{n2} = \frac{1}{ld} \cdot \sqrt{\frac{m_2 g}{\pi\rho}} = 59.65 \text{ Hz}$$

$$f_{n3} = \frac{1}{ld} \cdot \sqrt{\frac{m_3 g}{\pi\rho}} = 67.05 \text{ Hz}$$

$$f_{n4} = \frac{1}{ld} \cdot \sqrt{\frac{m_4 g}{\pi\rho}} = 70.18 \text{ Hz}$$

2. $n = 2$

$$f_{n1} = \frac{2}{ld} \cdot \sqrt{\frac{m_1 g}{\pi\rho}} = 94.95 \text{ Hz}$$

$$f_{n2} = \frac{2}{ld} \cdot \sqrt{\frac{m_2 g}{\pi\rho}} = 119.3 \text{ Hz}$$

$$f_{n3} = \frac{2}{ld} \cdot \sqrt{\frac{m_3 g}{\pi\rho}} = 134.1 \text{ Hz}$$

$$f_{n4} = \frac{2}{ld} \cdot \sqrt{\frac{m_4 g}{\pi \rho}} = 140.3 \text{ Hz}$$

3. $n = 3$

$$f_{n1} = \frac{3}{ld} \cdot \sqrt{\frac{m_1 g}{\pi \rho}} = 142.4 \text{ Hz}$$

$$f_{n2} = \frac{3}{ld} \cdot \sqrt{\frac{m_2 g}{\pi \rho}} = 179.0 \text{ Hz}$$

$$f_{n3} = \frac{3}{ld} \cdot \sqrt{\frac{m_3 g}{\pi \rho}} = 201.1 \text{ Hz}$$

$$f_{n4} = \frac{3}{ld} \cdot \sqrt{\frac{m_4 g}{\pi \rho}} = 210.5 \text{ Hz}$$

Lainete levimiskiiruste arvutamine

$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho \cdot S}} = \sqrt{\frac{4mg}{\rho \cdot \pi d^2}} = \frac{2}{d} \cdot \sqrt{\frac{mg}{\rho \cdot \pi}}$$

$$v_1 = \frac{2}{d} \cdot \sqrt{\frac{m_1 g}{\rho \cdot \pi}} = 85.45 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$v_2 = \frac{2}{d} \cdot \sqrt{\frac{m_2 g}{\rho \cdot \pi}} = 107.4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$v_3 = \frac{2}{d} \cdot \sqrt{\frac{m_3 g}{\rho \cdot \pi}} = 120.7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$v_4 = \frac{2}{d} \cdot \sqrt{\frac{m_4 g}{\rho \cdot \pi}} = 126.3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Lainete levimiskiiruste vigade arvutamine

$$\frac{\partial v}{\partial m} = \frac{1}{d} \cdot \sqrt{\frac{g}{\rho \pi m}}$$

$$\frac{\partial v}{\partial d} = -\frac{2}{d^2} \cdot \sqrt{\frac{mg}{\rho \pi}}$$

Algkoormise viga on ± 1 g, aluse massi viga ± 0.5 g. Lisakoormiste vead on neist tunduvalt väiksemad, seega võib need arvestamata jätta.

$$\Delta m = \frac{2.0}{3} \cdot \sqrt{0.5^2 + 1^2} = 0.7454 \text{ g}$$

$$\Delta d = 0.01 \text{ mm}$$

$$\Delta v = \sqrt{\left(\frac{\partial v}{\partial m} \cdot \Delta m\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial d} \cdot \Delta d\right)^2}$$

$$\Delta v_1 = 2.137 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\Delta v_2 = 2.685 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\Delta v_3 = 3.017 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\Delta v_4 = 3.158 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Suhteliste vigade arvutamine

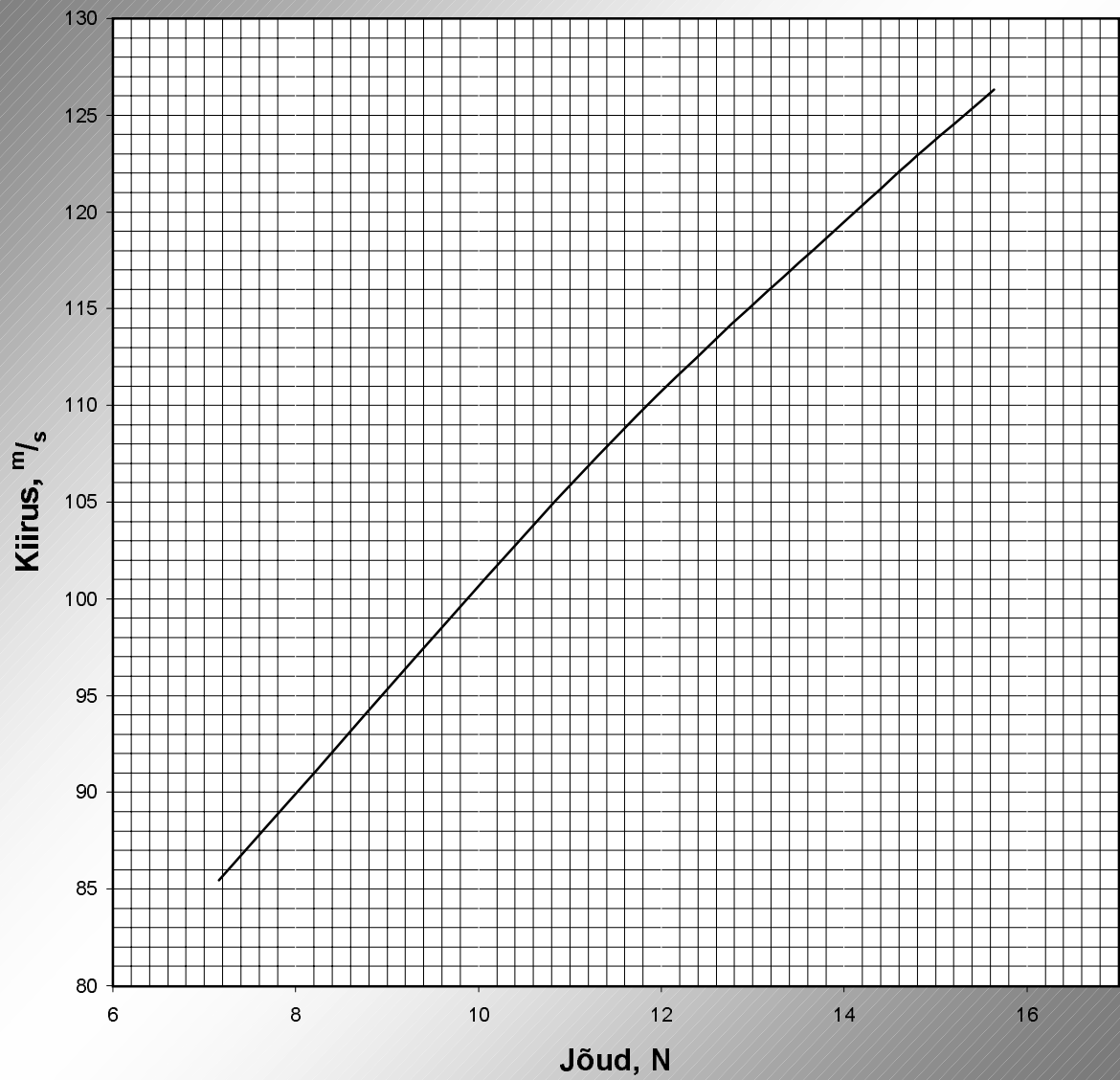
$$\delta_1 = \frac{\Delta v_1}{v_1} \cdot 100 \% = \frac{2.137}{85.45} \cdot 100 \% = 2.50 \%$$

$$\delta_2 = \frac{\Delta v_2}{v_2} \cdot 100 \% = \frac{2.685}{107.4} \cdot 100 \% = 2.50 \%$$

$$\delta_3 = \frac{\Delta v_3}{v_3} \cdot 100 \% = \frac{3.017}{120.7} \cdot 100 \% = 2.50 \%$$

$$\delta_4 = \frac{\Delta v_4}{v_4} \cdot 100 \% = \frac{3.158}{126.3} \cdot 100 \% = 2.50 \%$$

Laine levimiskiiruse sõltuvus pingutavast jõust



Järeldus

Arvutuste tulemused:

$$n = 1 \quad f_{n1} = 47.47 \text{ Hz} \quad f_{n2} = 59.65 \text{ Hz} \quad f_{n3} = 67.05 \text{ Hz} \quad f_{n4} = 70.18 \text{ Hz}$$

$$n = 2 \quad f_{n1} = 94.95 \text{ Hz} \quad f_{n2} = 119.3 \text{ Hz} \quad f_{n3} = 134.1 \text{ Hz} \quad f_{n4} = 140.3 \text{ Hz}$$

$$n = 3 \quad f_{n1} = 142.4 \text{ Hz} \quad f_{n2} = 179.2 \text{ Hz} \quad f_{n3} = 201.1 \text{ Hz} \quad f_{n4} = 210.5 \text{ Hz}$$

$$v_1 = (85.45 \pm 2.14) \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \text{ usutavusega } 0.95 \quad \delta = 2.50 \%$$

$$v_2 = (107.4 \pm 2.7) \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \text{ usutavusega } 0.95 \quad \delta = 2.50 \%$$

$$v_3 = (120.7 \pm 3.0) \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \text{ usutavusega } 0.95 \quad \delta = 2.50 \%$$

$$v_4 = (126.3 \pm 3.2) \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \text{ usutavusega } 0.95 \quad \delta = 2.50 \%$$

Järeldus:

Erinevatel meetoditel saadud sagedused on küllaltki lähedased. Osade mõõtmistulemuste kardinaalse erinevuse põhjuseks on ilmselt mõõtmisvead või ülemtoonide saamine. Käesoleva meetodi abil on siiski võimalik küllaltki lähedaselt määrata keele omavõnkesagedust.

Spikker

1. Seisulaine – võnkeseisund, mis tekib kahe vastassuunalise, võrdse amplituudiga kulglaine interferentsi korral.
2. $x = 2A \cos \frac{2\pi y}{\lambda} \sin \omega t$
3. Lainepikkus – kahe lähima ühes ja samas faasis oleva punkti vaheline kaugus.
Sagedus – võngete arv sekundis.
4. Harmoniline võnkumine – võnkumine, mille puhul võnkumise suuruse sõltuvuse ajast määrab siinusfunktsioon.
5. $n = 2$ korral on keele keskkohas sõlm, aga magnet peab paiknema paisu kohal.
6. Resonants – sundvõnkumise amplituudi järsk suurenemine välise mõjutuse sageduse lähenedes mingile võnkesüsteemi omavõnkumise sagedusele.
7. Resonantsi korral sõltub võnkeamplituud sundiva jõu sagedusest.
8. Ostavõnkumine – vaba võnkumine sumbuuse puudumisel.
Vabavõnkumine – toimub süsteemis pärast tõuke saamist.
Sundvõnkumine – võnkumine, mis on süsteemile välise jõu poolt peale sunnitud.
9. $u_{\parallel} = \sqrt{\frac{K}{\rho}}$ ja $u_{\perp} = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$, kus u_{\parallel} on pikilaine ja u_{\perp} ristlaine levimise kiirus ning K on ruumelastsuse ning G nihkemoodul.