

8. VAJA: STOJEČE VALOVANJE NA VRVI

1. OPIS MERITEV

Meritve oz. izvedba vaje je opisana na listu z navodili. List z navodili je priložen poročilu.

2. MERITVE

$$m_{\text{enautež}} = 10 \text{ g} \pm 0,02 \text{ g}$$

$$\tilde{U}_{\text{šMI}} = 6 \text{ V}$$

$$v = 50/\text{s} = 50 \text{ Hz}$$

$$m_{\text{debelavrvica}} = 1 \text{ g} \pm 0,02 \text{ g}$$

$$m_{\text{tan kavrvica}} = 0,1 \text{ g} \pm 0,02 \text{ g}$$

Tabela 1: Meritve števila vozlov pri stoječem valovanju in različnih utežeh za debelo vrvico.

N	m (g)	F (N)	l (cm)	število vozlov	število hrbtov
1	10 ± 0,02	0,1 ± 0,002	110	10	9
2	20 ± 0,04	0,2 ± 0,004	106	7	6
3	30 ± 0,06	0,3 ± 0,006	107	6	5
4	40 ± 0,08	0,4 ± 0,008	103	5	4
5	50 ± 0,1	0,5 ± 0,01	109	5	4
6	60 ± 0,12	0,6 ± 0,012	95	4	3

Napako sem ocenila na $\Delta l = \pm 0,5 \text{ cm}$ za dolžino vrvice.

Tabela 2: Meritve števila vozlov pri stoječem valovanju in različnih utežeh za tanko vrvico.

N	m (g)	F (N)	l (cm)	število vozlov	število hrbtov
1	10 ± 0,02	0,1 ± 0,002	99	4	3
2	20 ± 0,04	0,2 ± 0,004	95	3	2
3	30 ± 0,06	0,3 ± 0,006	96	3	2
4	40 ± 0,08	0,4 ± 0,008	98	2	1
5	50 ± 0,1	0,5 ± 0,01	101	2	1
6	60 ± 0,12	0,6 ± 0,012	105	2	1

Napako sem ocenil na $\Delta l = \pm 0,5 \text{ cm}$ za dolžino vrvice.

Tabela 3: Meritve valovnih dolžin pri izbrani uteži (20g) in različni dolžini vrvice.

N	1	2
$\lambda[\text{cm}]$	34	34

Napako sem ocenil na $\Delta \lambda = \pm 0,5 \text{ cm}$ za valovno dolžino.

3. 1 RAČUNI

debeli vrvica:

$$c = \lambda \cdot \nu$$

$$l = N \cdot \frac{\lambda}{2}$$

$$\lambda = \frac{2 \cdot l}{N}$$

$$\lambda_1 = \frac{2 \cdot (110 \text{ cm} \pm 0,5 \text{ cm})}{9} = 24,4 \text{ cm} \pm 0,5 \text{ cm} \Rightarrow c_1 = (24,4 \text{ cm} \pm 0,5 \text{ cm}) \cdot 50 \text{ Hz} = \underline{\underline{12 \text{ m/s} \pm 0,5 \text{ m/s}}}$$

$$\lambda_2 = \frac{2 \cdot (106 \text{ cm} \pm 0,5 \text{ cm})}{6} = 35,3 \text{ cm} \pm 0,5 \text{ cm} \Rightarrow c_2 = (35,3 \text{ cm} \pm 0,5 \text{ cm}) \cdot 50 \text{ Hz} = \underline{\underline{17,7 \text{ m/s} \pm 0,5 \text{ m/s}}}$$

$$\lambda_3 = 42,8 \text{ cm} \pm 0,5 \text{ cm} \Rightarrow c_3 = \underline{\underline{21,4 \text{ m/s} \pm 0,5 \text{ m/s}}}$$

$$\lambda_4 = 51,5 \text{ cm} \pm 0,5 \text{ cm} \Rightarrow c_4 = \underline{\underline{25,75 \text{ m/s} \pm 0,5 \text{ m/s}}}$$

$$\lambda_5 = 54,5 \text{ cm} \pm 0,5 \text{ cm} \Rightarrow c_5 = \underline{\underline{27,25 \text{ m/s} \pm 0,5 \text{ m/s}}}$$

$$\lambda_6 = 63,3 \text{ cm} \pm 0,5 \text{ cm} \Rightarrow c_6 = \underline{\underline{31,6 \text{ m/s} \pm 0,5 \text{ m/s}}}$$

$$c = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

$$\mu = \frac{(1 \text{ g} \pm 0,02 \text{ g})}{1 \text{ m}} = \underline{\underline{10^{-3} \text{ kg/m} \pm 0,00002 \text{ kg/m}}}$$

$$c_1 = \sqrt{\frac{0,1 \text{ N} \pm 0,002 \text{ N}}{10^{-3} \text{ kg/m} \pm 0,00002 \text{ kg/m}}} = \sqrt{\frac{0,1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 \pm 0,002 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2}{10^{-3} \text{ kg/m} \pm 0,00002 \text{ kg/m}}} = \underline{\underline{10 \text{ m/s} \pm 0,04 \text{ m/s}}}$$

$$c_2 = \underline{\underline{14 \text{ m/s} \pm 0,06 \text{ m/s}}}$$

$$c_3 = \underline{\underline{17,3 \text{ m/s} \pm 0,08 \text{ m/s}}}$$

$$c_4 = \underline{\underline{20 \text{ m/s} \pm 0,09 \text{ m/s}}}$$

$$c_5 = \underline{\underline{22,4 \text{ m/s} \pm 0,1 \text{ m/s}}}$$

$$c_6 = \underline{\underline{24,4 \text{ m/s} \pm 0,1 \text{ m/s}}}$$

tanka vrvica:

$$\lambda_1 = 66 \text{ cm} \pm 0,2 \text{ cm} \Rightarrow c_1 = \underline{\underline{33 \text{ m/s} \pm 0,5 \text{ m/s}}}$$

$$\lambda_2 = 95 \text{ cm} \pm 0,2 \text{ cm} \Rightarrow c_2 = \underline{\underline{47,5 \text{ m/s} \pm 0,5 \text{ m/s}}}$$

$$\lambda_3 = 96 \text{ cm} \pm 0,2 \text{ cm} \Rightarrow c_3 = \underline{\underline{48 \text{ m/s} \pm 0,5 \text{ m/s}}}$$

$$\lambda_4 = 196 \text{ cm} \pm 0,2 \text{ cm} \Rightarrow c_4 = \underline{\underline{98 \text{ m/s} \pm 0,5 \text{ m/s}}}$$

$$\lambda_5 = 101 \text{ cm} \pm 0,2 \text{ cm} \Rightarrow c_5 = \underline{\underline{50,5 \text{ m/s} \pm 0,5 \text{ m/s}}}$$

$$\lambda_6 = 105 \text{ cm} \pm 0,2 \text{ cm} \Rightarrow c_6 = \underline{\underline{105 \text{ m/s} \pm 0,5 \text{ m/s}}}$$

$$\mu = \frac{0,1 g \pm 0,02 g}{1 m} = 10^{-4} kg/m \pm 0,00002 kg/m$$

$$c_1 = \underline{\underline{31,6 m/s \pm 0,04 m/s}}$$

$$c_2 = \underline{\underline{44,7 m/s \pm 0,06 m/s}}$$

$$c_3 = \underline{\underline{54,8 m/s \pm 0,08 m/s}}$$

$$c_4 = \underline{\underline{63,24 m/s \pm 0,09 m/s}}$$

$$c_5 = \underline{\underline{70,7 m/s \pm 0,1 m/s}}$$

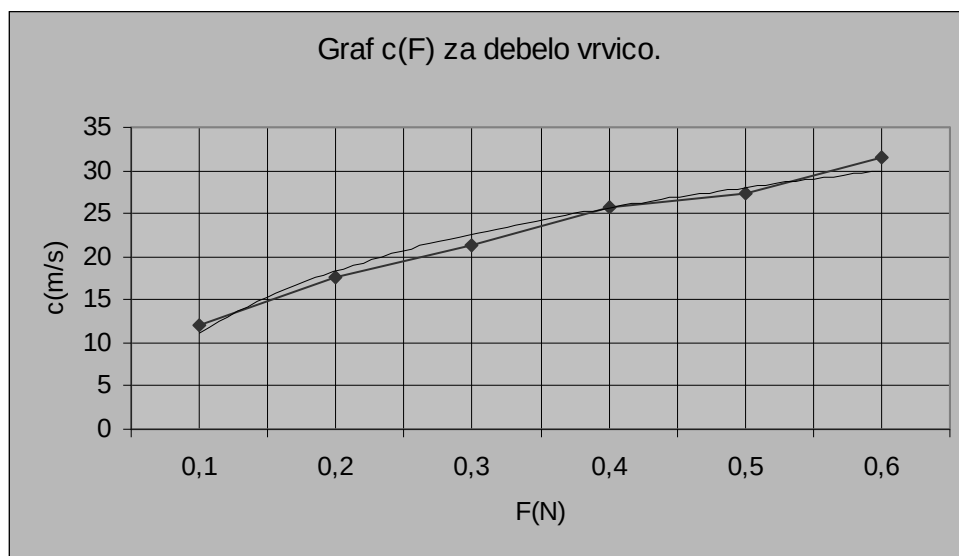
$$c_6 = \underline{\underline{77,4 m/s \pm 0,1 m/s}}$$

$$m = 20 g$$

$$c = \lambda \cdot \nu$$

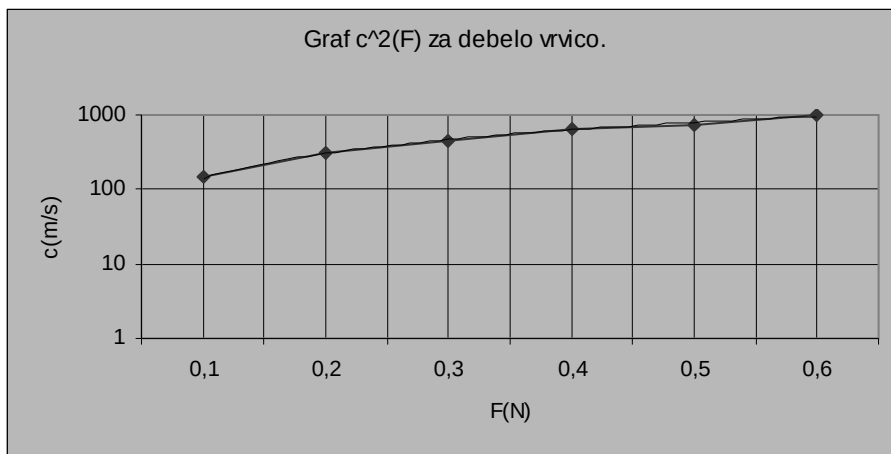
$$c = (34 cm \pm 0,5 cm) \cdot 50 Hz = (0,34 m \pm 0,005 m) \cdot 50/s = \underline{\underline{17 m/s \pm 0,005 m/s}}$$

3.2 GRAFI

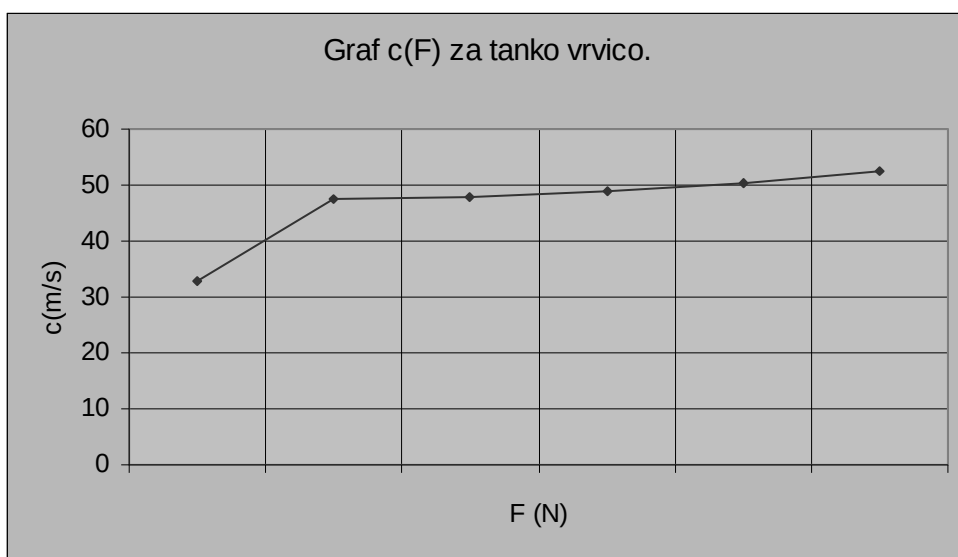


Graf 1.

Krivulja je korenska.



Graf 2.
Krivulja je linearna.



Graf 3.
Opomba: Graf 3 bi moral biti narisana na grafu 1, a nisem znal narisati dveh krivulj na istem grafu.

3. 3 REZULTATI

Tabela 4: Rezultati hitrosti širjenja valovanja za debelo vrvico, izračunane na dva načina.

DEBELA VRVICA				
	c izračunana na prvi način		c izračunana na drugi način	
	absolutna napaka	relativna napaka	absolutna napaka	relativna napaka
c_1 (m/s)	$12 \pm 0,5$	12 ($1 \pm 0,04$)	$10 \pm 0,04$	10 ($1 \pm 0,004$)
c_2 (m/s)	$17,7 \pm 0,5$	17,7 ($1 \pm 0,03$)	$14 \pm 0,06$	14 ($1 \pm 0,004$)
c_3 (m/s)	$21,4 \pm 0,5$	21,4 ($1 \pm 0,02$)	$17,3 \pm 0,08$	17,3 ($1 \pm 0,005$)
c_4 (m/s)	$25,75 \pm 0,5$	25,75 ($1 \pm 0,02$)	$20 \pm 0,09$	20 ($1 \pm 0,005$)
c_5 (m/s)	$27,25 \pm 0,5$	27,25 ($1 \pm 0,02$)	$22,4 \pm 0,1$	22,4 ($1 \pm 0,005$)

c_6 (m/s)	$31,6 \pm 0,5$	$31,6 (1 \pm 0,02)$	$27,4 \pm 0,1$	$27,4 (1 \pm 0,004)$
-------------	----------------	---------------------	----------------	----------------------

Tabela 5: Rezultati hitrosti širjenja valovanja za tanko vrvico, izračunane na dva načina.

TANKA VRVICA				
	c izračunana na prvi način		c izračunana na drugi način	
	absolutna napaka	relativna napaka	absolutna napaka	relativna napaka
c_1 (m/s)	$33 \pm 0,5$	$33 (1 \pm 0,02)$	$31,6 \pm 0,04$	$31,6 (1 \pm 0,001)$
c_2 (m/s)	$47,5 \pm 0,5$	$47,5 (1 \pm 0,01)$	$44,7 \pm 0,06$	$44,7 (1 \pm 0,001)$
c_3 (m/s)	$48 \pm 0,5$	$48 (1 \pm 0,01)$	$54,8 \pm 0,08$	$54,8 (1 \pm 0,002)$
c_4 (m/s)	$98 \pm 0,5$	$98 (1 \pm 0,005)$	$63,24 \pm 0,09$	$63,24 (1 \pm 0,002)$
c_5 (m/s)	$50,5 \pm 0,5$	$50,5 (1 \pm 0,01)$	$70,7 \pm 0,1$	$70,7 (1 \pm 0,001)$
c_6 (m/s)	$105 \pm 0,5$	$105 (1 \pm 0,005)$	$77,4 \pm 0,1$	$77,4 (1 \pm 0,001)$

Tabela 6: Izračun hitrosti valovanja pri spreminjanju dolžine vrvice

	absolutna napaka	Relativna napaka
valovna dolžina (cm)	$17 \pm 0,005$	$17 (1 \pm 0,0003)$
valovna dolžina (cm)	$17 \pm 0,005$	$17 (1 \pm 0,0003)$

3. 4 ODGOVOR

Dobili smo rezultate za hitrosti širjenja valovanja na vrvici, na kateri smo s pomočjo brnača ustvarili stoječe valovanje. Vajo smo opravili z debelo in s tanko vrvico. Rezultate sem izračunal na dva načina in sicer z dvema različnima enačbama:

$$c = \lambda \cdot \nu$$

$$c = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \leftarrow \mu = \frac{m}{l}$$

Če primerjam rezultate, dobljene na dva različna načina, ugotovim, da se pri debeli vrvici ne razlikujejo bistveno, pri tanki pa se pri hitrostih c_4 , c_5 in c_6 precej razlikujejo.

Na koncu sem s stalno silo napenjal vrvico (pri masi 20g) in spreminjal njeno dolžino tako, da sem dobil celo število polovičnih valovnih dolžin. Pokazalo se je, da na hitrost valovanja ne vpliva dolžina vrvice, saj je kljub malemu številu meritev jasno, da je hitrost valovanja ostala enaka.

4. KOMENTAR

μ sem izračunal tako, da sem za maso vstavil maso vrvice (tanke oz. debele), za dolžino pa dolžinsko enoto 1m. To pa je narobe, saj bi moral izmeriti celotno dolžino vrvice in šele potem izračunati μ . Pri vajah pa nisem izmeril celotne dolžine vrvice. Zaradi te napake je prišlo do odstopanja pri računanju hitrosti valovanja.

Ker sem pri tanki vrvici z brnačem ustvaril stoječe valovanje in sicer tako, da je nastal le en hrbet, je verjetno zaradi tega prišlo do tako velikega odstopanja pri rezultatih zadnjih treh hitrosti.

S to vajo sem pokazal, da je hitrost širjenja valovanja odvisna od sile, ki vrv napenja in od mase vrvice na dolžinsko enoto. Ko sem izračunal hitrost širjenja valovanja po vrvi s formulo sem ugotovil, da večja kot je sila na vrvico, večja je hitrost širjenja valovanja po vrvici. Masa na dolžinsko enoto vrvice pa tudi vpliva na hitrost širjenja valovanja po vrvici. Hitrost

širjenja valovanja je bila namreč večja pri tanki vrvici, torej se valovanje hitreje širi po sredstvu z manjšo maso.