

19. Skersinių bangų sklidimo greičio stygoje nustatymas

Užduotis

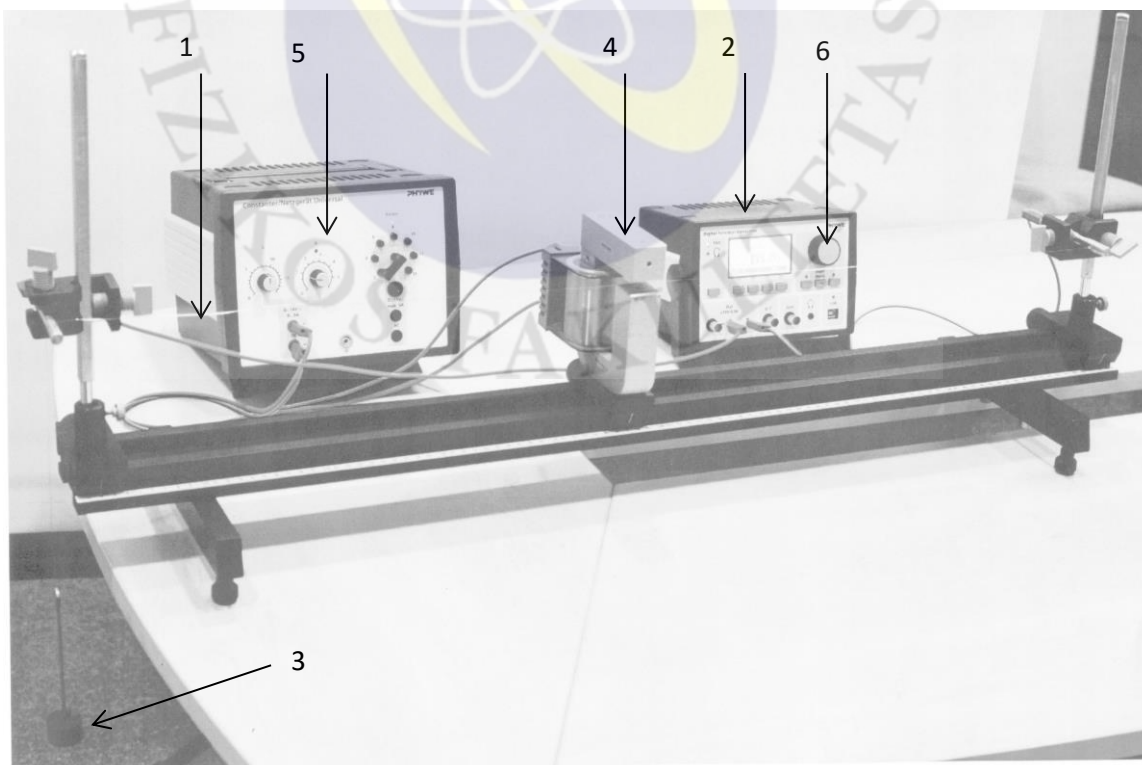
Išmatuoti skersinių bangų sklidimo greitį v stygoje ir nustatyti jo priklausomybę nuo stygos įtempio jėgos F .

Pagrindiniai teoriniai klausimai

1. Stovinčios ir bėgančios bangos.
2. Koherentinės bangos ir bangų interferencija.
3. Skersinių ir išilginių bangų sklidimas skirtingose aplinkose.

Tyrimo metodika

Stygos 1 svyravimus sukelia Ampero jėga, veikianti magnetiniame lauke esančią stygą su per ją tekančia elektros srove (1 pav.). Kintamąją srovę sukelia dažnių generatorius 2. Stygos mechaninę įtempimo jėgą F lemia svarelių 3 sunkio jėga mg . Priverstinius svyravimus sukeliančio generatoriaus dažniui f sutapus su stygos savųjų svyravimų dažniu, dėl rezonanso joje susidaro stovinčiosios bangos (2 pav.). Taip įvyksta, kai sklindančios bangos, sutikusios kliūtį, iš dalies arba visiškai atsispindi ir sklinda priešinga kryptimi. Tuomet susitinka ir susiduria dvi priešingomis kryptimis sklindančios bangos, kurių dažniai ir amplitudės vienodos.

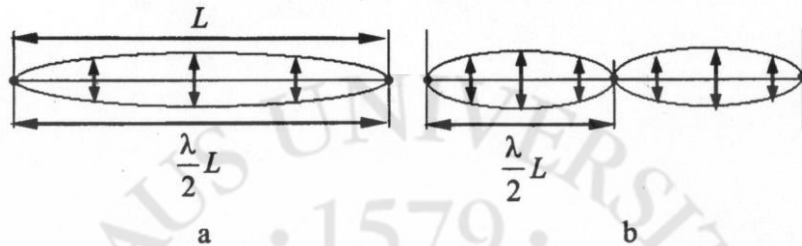


1 pav. Skersinių bangų sklidimo greičio stygoje matavimo stendas.

Gauta sudėtinė banga yra vadinama stovinčiaja. Jos lygtis:

$$y = 2A \cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right) \sin(\omega t). \quad (1)$$

Stovinčioji banga yra tokio paties dažnio ω , kaip ir sklindančių priešingomis kryptimis, o bangos amplitudė A priklauso nuo koordinatės x . Didžiausią amplitudę atitinkantys taškai vadinami pūpsniais, o minimalią amplitudę atitinkantys taškai vadinami mazgais (2 pav.).



2 pav. Stovinčiosios bangos stygoje.

Stygoje susidaro tik tokios stovinčiosios bangos, kurių visame stygos ilgyje L telpa sveikas pusbangių $N \frac{\lambda}{2}$ skaičius. Ilgiausia stovinčioji banga susidaro interferuojant bėgančiajai ir atsispindėjusiai bangoms taip, kad visa styga sudaro pusę sklindančių bangų bangos ilgio $L = \frac{\lambda}{2}$ (2 pav., a). Žemiausias dažnis, kuriuo virpant stygai susidaro stovinčioji banga, vadinamas pagrindiniu. Aukštesni dažniai ($N=2, 3, \dots$) yra pagrindinio dažnio kartotiniai ir vadinami aukštesnėmis harmonikomis. Kaip matyti iš 2 pav., b, bangos ilgis yra lygus $\lambda = \frac{2L}{N}$. Bangos sklidimo greitis

$$v = \frac{2Lf}{N}. \quad (2)$$

Skersinių bangų sklidimo stygoje greičio v priklausomybė nuo stygos įtempio jėgos F ir ilginio tankio $\mu = \frac{m_{st}}{L}$ (m_{st} – stygos masė) išreiškiami:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}. \quad (3)$$

Stygos masė $m_{st} = \rho V$, tūris $V = \frac{\pi L D^2}{4}$ (D – stygos skersmuo, ρ – medžiagos tankis). Pastarąsias išraiškas įrašę į (3) lygtį gauname

$$v = \frac{2}{D} \sqrt{\frac{F}{\pi \rho}}. \quad (4)$$

Nubrėžę funkcijos $v = f(\sqrt{F})$ grafiką galėsime nustatyti skersinių bangų stygoje sklaidimo greičio priklausomybės nuo įtempimo jėgos pobūdį.

Tyrimo eiga

1. Išmatuojame stygos skersmenį D ir ilgį L . Pasveriamė svarelius.
2. Ištempiamė stygą prie jos galo prikabindami m_1 masės svarelį.
3. Įjungiamė generatorių 2 (1 pav.) ir elektromagneto 4 (1 pav.) maitinimo šaltinį 5 (1 pav.) į elektros tinklą. Magnetą turi stovėti ties stygos viduriu. Generatoriaus generuojamų virpesių amplitudę nustatome ties 3V.
4. Sukdami generatoriaus rankenėlę 6 (1 pav.) keičiamė virpesių dažnį ir nustatome pirmąją ($N=1$) stovinčiųjų bangų harmoniką (vienas pūpsnis visame stygos ilgyje; 2 pav., a). Pasižymime f_1 dažnį.
5. Keisdami generatoriaus dažnį nustatome antrąją ($N=2$) harmonikos (du pūpsniai visame stygos ilgyje; 2 pav., b) ir trečiąją ($N=3$) stovinčiųjų bangų harmoniką. Pasižymime dažnius f_2 ir f_3 .

Pastaba Nr1: Magnetą, matuojant 2, 3 ir t.t. harmonikas, turi stovėti ties numanomo pūpsnio centru ir kuo arčiau stygos centro.

Pastaba Nr2: Virpesių generatoriaus generuojamo signalo įtampa, matuojant aukštesnes harmonikas, didinama pagal dėsnį $I_{tampa} = 3V \times N$.

6. Iš (2) lygties apskaičiuojame bangos sklaidimo greičius ir jų vidurkį. Įvertiname matavimų paklaidas ir užpildome 1 lentelę.

Matavimo Nr.	m_i (kg)	N	f (Hz)	v (m/s)	\bar{v} (m/s)	Δv (m/s)

7. Palyginame gautą bangos sklaidimo greitį su apskaičiuotu naudojant (4) lygtį.
8. Pakartojame 2–8 punktus, įtempdami stygą didesnės masės ($m_1 + m_2$ ir $m_1 + m_2 + m_3$) svareliais.
9. Nubraižome skersinių bangų sklaidimo stygoje greičio priklausomybės nuo stygos įtempimo jėgos grafiką $v = f(\sqrt{F})$ (stygos mechaninę įtempimo jėgą F lemia svarelių sunkio jėga mg) ir suformuluojame laboratorinio darbo išvadas.

Literatūra

1. A. Bogdanavičius. *Fizikos pagrindai aplinkos inžinerijoje*. 1 dalis. Vilnius: Technika, 81–86 (2005).
2. B. Martinėnas. *Fizika*. Vilnius: Technika, 105–111 (2008).
3. A. Tamašauskas. *Fizika*. Vilnius: Mokslas, 119–133 (1987).

