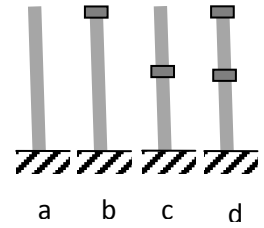


**10-ASIS FIZIKOS TURNYRAS**  
**7-oji užduotis Nr. FT10-7 / 2016 11 22 – 2016 12 19**

**Sąlyga / FT10-7 ▼**

**Strypelio virpėjimų aimanos**

Sudavus per plieninį strypelį, kurio vienas galas įtvirtintas (a), strypelis virpa ir skleidžia  $\nu_0 = 600$  Hz dažnio garsą. Ant strypelio laisvojo galo standžiai užmovus mažą žiedelį (b) skleidžiamo garso dažnis tampa  $\nu_1 = 400$  Hz.



- 1) Kokio dažnio garsas bus skleidžiamas žiedelį pastūmus iki strypelio vidurio (c)?
- 2) Kokio dažnio garsas bus skleidžiamas ant strypelio laisvojo galo užmovus dar vieną tokį patį žiedelį (d)?

*Užduotį parengė mokyklos „Fizikos olimpas“ steigėjų tarybos narys, ilgametis mokyklos direktorius (11 m.) ir šio Fizikos turnyro užduočių parengimo spęsti ir jų sprendimų vertinimo komisijos pirmininkas prof. habil. dr. Antanas Rimvidas Bandzaitis.*

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2016 11 22.

**Užduoties aiškinamasis sprendimas / FT10-7 ▼**

Atlenkus strypelį mažu kampu  $\varphi$  tamprumo jėgos sukuria gražinantį jėgos momentą  $M = -k\varphi$ , kuris suteikia strypeliui kampinį pagreitį

$$\varepsilon = -\frac{M}{I},$$

čia  $I$  – strypelio inercijos momentas. Įrašę  $\varepsilon = \frac{d^2\varphi}{dt^2}$  gauname lygtį

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = -\frac{k\varphi}{I}.$$

Tai harmoninių svyravimų lygtis, o svyravimų dažnis

$$\nu_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{I}}.$$

Užmovus žiedelį strypelio tamprumas nekinta, o inercijos momentas pakinta, jis tampa  $I_1 = I + ma^2$ , čia  $m$  – žiedelio masė,  $a$  – strypelio ilgis. Garso dažnis tampa

$$\nu_1 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{I + ma^2}}.$$

Iš pateiktų lygčių išreiškiame

$$k = 4\pi^2 I \nu_0^2,$$

$$\nu_1 = \nu_0 \sqrt{\frac{I}{I + ma^2}} = \nu_0 \sqrt{\frac{1}{1 + ma^2/I}},$$

$$\frac{ma^2}{I} = \left(\frac{\nu_0}{\nu_1}\right)^2 - 1.$$

Žiedelį pastūmus iki strypelio vidurio inercijos momentas tampa  $I_2 = I + ma^2/4$ , todėl dažnis

$$\begin{aligned}
\nu_2 &= \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{I + ma^2/4}} = \nu_0 \sqrt{\frac{1}{1 + ma^2/4I}} = \nu_0 \sqrt{\frac{1}{1 + \left[\left(\frac{\nu_0}{\nu_1}\right)^2 - 1\right]/4}} \\
&= 2\nu_0 \sqrt{\frac{1}{3 + \left(\frac{\nu_0}{\nu_1}\right)^2}} \\
\nu_2 &= 2 \cdot 600 \sqrt{\frac{1}{3 + \left(\frac{600}{400}\right)^2}} = 524 \text{ (Hz)}.
\end{aligned}$$

Užmovus antrą žiedelį inercijos momentas tampa  $I_3 = I + ma^2 + \frac{ma^2}{4} = I + \frac{5ma^2}{4}$ , todėl dažnis

$$\begin{aligned}
\nu_3 &= \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{I + 5ma^2/4}} = 2\nu_0 \sqrt{\frac{1}{5\left(\frac{\nu_0}{\nu_1}\right)^2 - 1}}, \quad \nu_3 = 2 \cdot 600 \sqrt{\frac{1}{5 \cdot \left(\frac{600}{400}\right)^2 - 1}} \\
&= 375 \text{ (Hz)}.
\end{aligned}$$

*Užduoties aiškinamąjį sprendimą pateikė jos autorius prof. habil. dr. Antanas Rimvidas Bandzaitis.*

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2020 08 20.

#### **Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT10-7 ▼**

Ne visi sprendusieji suprato, kad strypelis skamba lankstydamasis į šonus veikiant tamprumo jėgoms, todėl nesusiejo virpesių dažnio su mechaniniais parametrais – tamprumu ir inercijos momentu.

*Užduoties sprendimų aptarimą parengė jos autorius prof. habil. dr. Antanas Rimvidas Bandzaitis.*

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2020 08 20.

#### **Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT10-7 ▼**

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Parašyta strypelio virpesių lygtis	2
	Parašyta virpesių dažnio išraiška	2
	Parašyta virpesių dažnio išraiška užmovus žiedelį	2
	Nustatytas virpesių dažnis žiedelį nustūmus iki strypelio vidurio	2
2.	Nustatytas strypelio virpesių dažnis užmovus dar vieną žiedelį	2
3.	Pateikta ne pagal reikalavimus	-1
4.	Netikslumai (kiekvienam iš kriterijų Nr.1-2)	iki (-2)
	Didžiausias galimas sprendimų įvertinimas	10

*Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelę parengė užduoties autorius prof. habil. dr. Antanas Rimvidas Bandzaitis.*

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2020 08 20.