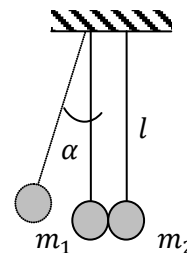


**10-ASIS FIZIKOS TURNYRAS**  
**9-oji užduotis Nr. FT10-9 / 2017 01 02 – 2017 01 29**

**Sąlyga / FT10-9 ▼**

**Kabančių rutuliukų smūgiai**

Du maži rutuliukai, kurių masės  $m_1 = 2$  g ir  $m_2 = 3$  g, pakabinti ant  $l = 45$  cm ilgio siūlų, liečia vienas kitą. Pirmasis rutuliukas patraukiamas taip, kad siūlas sudarytų kampą  $\alpha = 9^\circ$  su vertikale ir paleidžiamas be pradinio greičio.



- 1) Kokie bus rutuliukų greičiai po jų tampraus smūgio?
- 2) Kiek laiko praėjus po pirmojo smūgio rutuliukai vėl susidauš?
- 3) Kokie bus rutuliukų greičiai po antrojo smūgio?

*Užduotį parengė mokyklos „Fizikos olimpas“ steigėjų tarybos narys, ilgametis mokyklos direktorius (11 m.) ir šio Fizikos turnyro užduočių parengimo spresti 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 2017 01 02.

**Užduoties aiškinamasis sprendimas / FT10-9 ▼**

Pagal energijos tvermės dėsnį prieš pat smūgį pirmojo rutuliuko greitis

$$v_0 = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)}.$$

Rutuliukų greičius pažymime  $v_1$  ir  $v_2$ . Taikome judesio kiekio ir energijos tvermės dėsnius. Kadangi  $m_1 < m_2$ , po smūgio pirmojo rutuliuko greičio kryptis pasikeis. Gauname lygčių sistemą:

$$\begin{cases} m_1 v_0 = m_2 v_2 - m_1 v_1, \\ \frac{m_1 v_0^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2}. \end{cases}$$

$$\begin{cases} m_1(v_0 - v_1) = m_2 v_2, \\ m_1(v_0^2 - v_1^2) = m_2 v_2^2. \end{cases}$$

$$v_0 + v_1 = v_2,$$

$$m_1(v_0 - v_1) = m_2(v_0 + v_1),$$

$$v_1 = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} v_0 = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)},$$

$$v_2 = \frac{2m_1}{m_2 + m_1} v_0 = \frac{2m_1}{m_2 + m_1} \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)}.$$

Irašę duomenis gauname:

$$v_1 = \frac{0,003 - 0,002}{0,003 + 0,002} \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 0,45 \cdot (1 - \cos 9^\circ)} = 0,066 \text{ (m/s)},$$

$$v_2 = \frac{2 \cdot 0,002}{0,003 + 0,002} \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 0,45 \cdot (1 - \cos 9^\circ)} = 0,264 \text{ (m/s)}.$$

Kadangi rutuliukai ir jų atsilenkimai nuo vertikalės maži, taikome matematinės švytuoklės svyravimo periodo formulę:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Nuo pirmojo iki antrojo smūgio praeina pusė periodo, ieškomasis laikas

$$t = \frac{T}{2} = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}, \quad t = \pi \sqrt{\frac{0,45}{9,8}} = 0.67 \text{ (s)}.$$

Kadangi judėjimas periodinis, po antrojo smūgio antrasis rutuliukas sustos ( $v'_2 = 0$ ), o pirmasis įgaus greitį  $v'_1$ , nukreiptą priešinga kryptimi, negu  $v_0$ :

$$v'_1 = -v_0 = -\sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)},$$

$$v'_1 = -\sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 0,45 \cdot (1 - \cos 9^\circ)} = -0,33 \text{ (m/s)}.$$

*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 / FT10-9 ▼**

Užduotį išsprendė beveik visi.

*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 / FT10-9 ▼**

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Pirmo rutuliuko greitis prieš pat smūgį	2
	Pirmo rutuliuko greitis po smūgio	2
	Antro rutuliuko greitis po smūgio	2
2.	Po kiek laiko rutuliukai vėl susidauš	2
3.	Pirmo rutuliuko greitis po antro smūgio	1
	Antro rutuliuko greitis po antro smūgio	1
4.	Pateikta ne pagal reikalavimus	-1
5.	Netikslumai (kiekvienam iš kriterijų Nr.1-3)	iki (-1)
	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.