

9-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
15-oji užduotis Nr. FT9-15 / 2016 05 09 – 2016 06 05

Kometos skrydis

Sąlyga / FT9-15 ▼

Neperiodinė kometa greičiu $v = 6 \text{ km/s}$ įlekia į Saulės sistemą. Jos pradinio greičio kryptį nustato pataikymo parametras $l = 2.5 \cdot 10^{11} \text{ m}$ – atstumas nuo kometos iki tiesės, išvestos per Saulės centrą lygiagrečiai pradiniam kometos greičiui. Saulės sistemoje kometa juda hiperbolės šaka, kurios židinyje yra Saulė. Saulės masė $M = 2.0 \cdot 10^{30} \text{ kg}$, jos skersmuo $d = 1.39 \cdot 10^9 \text{ m}$, į kitus kūnus Saulės sistemoje neatsižvelgiame.

- 1) Kokių mažiausių atstumų kometa praskries pro Saulę?
- 2) Koks tuo metu bus kometos greitis?
- 3) Kokiam didžiausiam pataikymo parametrai esant kometa nukris ant Saulės?

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 nuolat skelbiamas nuo 2016 05 09.

Aiškinamasis sprendimas / FT9-15 ▼

Kometos masę pažymime m , jos mažiausią atstumą nuo Saulės centro l_{min} , jos greitį arčiausiai Saulės v_{max} . Panaudojame judesio kiekio momento tvermės dėsnį ir energijos tvermės dėsnį:

$$\begin{aligned} mlv &= ml_{min}v_{max}, \\ \frac{mv^2}{2} &= \frac{mv_{max}^2}{2} - \frac{\gamma mM}{l_{min}}, \end{aligned}$$

čia $\gamma = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm/kg}^2$.

Iš pirmosios lygties išreiškę

$$v_{max} = lv/l_{min}$$

ir įrašę į antrąją, gauname lygtį

$$l_{min}^2 + \frac{2\gamma M}{v^2} l_{min} - l^2 = 0.$$

Tos lygties teigiamas sprendinys

$$\begin{aligned} l_{min} &= -\frac{\gamma M}{v^2} + \sqrt{\left(\frac{\gamma M}{v^2}\right)^2 + l^2}, \\ l_{min} &= -\frac{6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 2.0 \cdot 10^{30}}{6000^2} + \sqrt{\left(\frac{6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 2.0 \cdot 10^{30}}{6000^2}\right)^2 + (2.5 \cdot 10^{11})^2} \\ &= 8.4 \cdot 10^9 \text{ (m)}. \end{aligned}$$

$$v_{max} = \frac{lv}{l_{min}}, \quad v_{max} = \frac{2.5 \cdot 10^{11} \cdot 6000}{8.4 \cdot 10^9} = 1.78 \cdot 10^5 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right).$$

Kometa nukris ant Saulės, jei $l'_{min} < d/2$.

$$l'_{min} = -\frac{\gamma M}{v^2} + \sqrt{\left(\frac{\gamma M}{v^2}\right)^2 + l'^2},$$

$$l' = \sqrt{\left(\frac{\gamma M}{v^2} + d/2\right)^2 - \left(\frac{\gamma M}{v^2}\right)^2} = \sqrt{\frac{\gamma M d}{v^2} + \left(\frac{d}{2}\right)^2},$$

$$l' = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2,0 \cdot 10^{30} \cdot 1,39 \cdot 10^9}{6000^2} + \left(\frac{1,39 \cdot 10^9}{2}\right)^2} = 7,2 \cdot 10^{10} \text{ (m)}.$$

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

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2020 08 25.

Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT9-15 ▼

Užduotis išspręsta.

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

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2020 08 25.

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT9-15 ▼

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Nustatyta, koku mažiausiu atstumu kometa praskries pro Saulę	4
2.	Kometos greitis tuo metu	3
3.	Nustatyta, kokiam pataikymo parametrai esant kometa nukris ant Saulės	2
4.	Pateikta ne pagal reikalavimus	-1
5.	Netikslumai (kiekvienam iš kriterijų Nr.1-3)	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 nuolat skelbiamas nuo 2020 08 25.