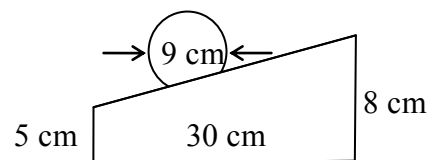


6-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
12-oji užduotis Nr. FT6-12 / 2013 02 19 – 2013 03 18

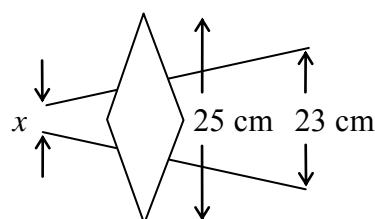
Sąlyga / FT6-12 ▼

Neįtikėtinas riedėjimas „į kalną“

Paveiksle pateikta „riedančio į viršų riedulio“ demonstracijos schema: dvi ant horizontalaus paviršiaus vertikaliai įtvirtintos plokštelės ir ant jų padedamas homogeninis riedulys, kurio forma – du vienodi kūgiai, sujungti pagrindais. Laikome, kad riedulys rieda nepraslysdamas.



Vaizdas iš šono



Vaizdas iš viršaus

1) Kokiam didžiausiam atstumui x esant riedulys riedės į dešinę („į kalną“)?

2) Imame $x = 5$ cm. Riedulys padedamas kairiajame krašte ir paleidžiamas be pradinio greičio. Kokį greitį įgaus riedulio ašis pasiekus dešinį kraštą?

3) Kokiu atstumu nuo plokštelių nukris ant pagrindo 2 užduotyje pateiktu būdu paleistas riedulys?

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

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2013 02 19.

Užduoties aiškinamasis sprendimas / FT6-12 ▼

1) Paveiksle pateiktas demonstracijos vaizdas žiūrint iš galo. Pažymėta

$$d = 0,09 \text{ m}, \quad l = 0,25 \text{ m},$$

kiti parametrai rieduliui riedant kinta. Riedulio aukščiui virš pagrindo gauname išraišką

$$h = b - \frac{da}{2l}.$$

Kairiajam kraštui gauname

$$h_k = 5 - \frac{9x}{2 \cdot 25},$$

dešiniajam

$$h_d = 8 - \frac{9 \cdot 23}{2 \cdot 25}.$$

Riedulys riedės į dešinę, jei $h_k > h_d$. Tada $x < 6,3$ cm.

2) Riedulio, kurio masė m , inercijos momentas jo ašies atžvilgiu

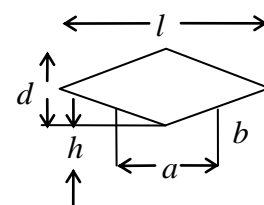
$$I = \frac{3md^2}{40}.$$

Rieduliui pasiekus dešiniąjį kraštą momentinės sukimosi ašies atstumas nuo riedulio ašies

$$r = \frac{d(l - a_{\max})}{2l}.$$

Panaudojame energijos tvermės dėsnį:

$$mg(h_k - h_d) = \frac{(I + mr^2)v^2}{2r^2},$$



$$v = \sqrt{\frac{2gr^2(h_k - h_d)}{\frac{3d^2}{40} + r^2}}$$

$$v = 0,001 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- 3) Pasiekęs plokštelės kraštą riedulys suksis apie atramos tašką ir atsiskyres nuo jo pradės kristi kai sunkio jėgos dedamoji, nukreipta į atramos tašką, taps lygi išcentrinei jėgai:

$$mg \cos \varphi = \frac{mv'^2}{r}$$

Panaudojame energijos tvermės dėsnį

$$mg[h_k - h_d + r(1 - \cos \varphi)] = \frac{(I + mr^2)v'^2}{2r^2}$$

Iš lygčių gauname

$$v' = \sqrt{\frac{gr^2(h_k - h_d + r)}{\frac{3d^2}{40} + 2r^2}}, \quad v' = 0,035 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\cos \varphi = \frac{v'^2}{gr} = \frac{r(h_k - h_d + r)}{\frac{3d^2}{40} + 2r^2}, \quad \varphi = 58,8^\circ$$

Taigi, riedulio centras judės kaip aukštyje $H = b_{\max} + r \cos \varphi$ greičiu v' , sudarančiu su horizontu kampą $\alpha = \varphi - 90^\circ$, mestas kūnas. Jo judėjimą aprašo lygtys (L – ieškomas atstumas nuo plokštelių dešinio krašto iki riedulio ašies, t – kritimo iki pagrindo laikas)

$$\begin{cases} H - \frac{d}{2} = v' \sin \varphi t + \frac{gt^2}{2}, \\ L = r \sin \varphi + v' \cos \varphi t \end{cases}$$

$$L = r \sin \varphi + \frac{v' \cos \varphi \left[-v' \sin \varphi + \sqrt{(v' \sin \varphi)^2 + g(2H - d)} \right]}{g}, \quad L = 0,0037 \text{ m.}$$

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

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2013 04 15.

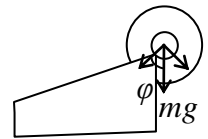
Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT6-12 ▼

Pirmoji ir antroji užduotys daugumos dalyvių spęstos teisingai.

Trečiojoje užduotyje ne visi teisingai nustatė riedulio kritimo pradines sąlygas.

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

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2013 04 15.



Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT6-12 ▼

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Nustatytas atstumas x	2
2.1.	Nustatyta riedančio riedulio kinetinės energijos išraiška	2
2.2.	Nustatytas ieškomasis greitis	2
3.1.	Nustatyti riedulio judėjimą aprašantys parametrai atsiskiriant nuo plokštelių	2
3.2.	Nustatytas ieškomasis atstumas	2
Didžiausias galimas sprendimo 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 2013 04 15.