

3-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
1-oji užduotis Nr. FT3-1 / 2009 07 07 – 2009 08 04

Sąlyga / FT3-1 ▼

Šokinėjantis rutuliukas

Mažas rutuliukas, paleistas be pradinio greičio, krinta į plokštę, pakreiptą 45° kampu nuo vertikalės, ir nuo jos tampriai atšoka. Pirmojo ir antrojo smūgių į plokštę vietos viena nuo kitos nutolę per 565 cm.

1. Kokiame aukštyje virš pirmojo smūgio vietos buvo rutuliukas paleidimo momentu?
 2. Kiek laiko jis judėjo nuo paleidimo momento iki antrojo smūgio?
 3. Kokiais greičiais rutuliukas pasiekia plokštę abiejų smūgių vietose?
 4. Koks yra rutuliuko poslinkis iki antrojo smūgio vietos?
- Bandyimo metu bandymo vietoje laisvojo kritimo pagreitis yra $9,8 \text{ m/s}^2$.

Užduotį parengė Vilniaus universiteto Taikomųjų mokslų instituto direktoriaus pavaduotojas, Vilniaus universiteto Fizikos fakulteto Puslaidininkių fizikos katedros docentas, mokyklos „Fizikos olimpas“ direktorius, steigėjų tarybos narys ir šio Fizikos turnyro užduočių parengimo, jų pateikimo spręsti ir sprendimų vertinimo komisijos pirmininko pavaduotojas dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2009 07 07.

Aiškinamasis sprendimas / FT3-1 ▼

Duota: $\alpha = 45^\circ$, $l = 5,65 \text{ m}$, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Reikia rasti: h , t' , \vec{v}_1 , \vec{v}_2 , \vec{s} .

Krisdamas į plokštę, per laiko tarpą t_1 rutuliukas įgijo greitį \vec{v}_1 , kurio modulis

$$v_1 = \sqrt{2gh}, \text{ kur } h = \frac{gt^2}{2},$$

o kryptis vertikali. Po pirmojo tampraus smūgio jis juda kaip mestas gulsčiai – ta kryptimi jo greitis nekinta ($v_{2x} = v_1' = v_1$), o vertikalia kryptimi juda pagreičiu \vec{g} be pradinio greičio. Tada per laiko tarpą t_2 iki antrojo smūgio poslinkių tomis kryptimis moduliai yra

$$\frac{l}{\sqrt{2}} = v_1' t_2 \quad \text{ir} \quad \frac{l}{\sqrt{2}} = \frac{gt_2^2}{2}.$$

Iš čia

$$t_2 = \frac{l}{2\sqrt{gh}}$$

ir

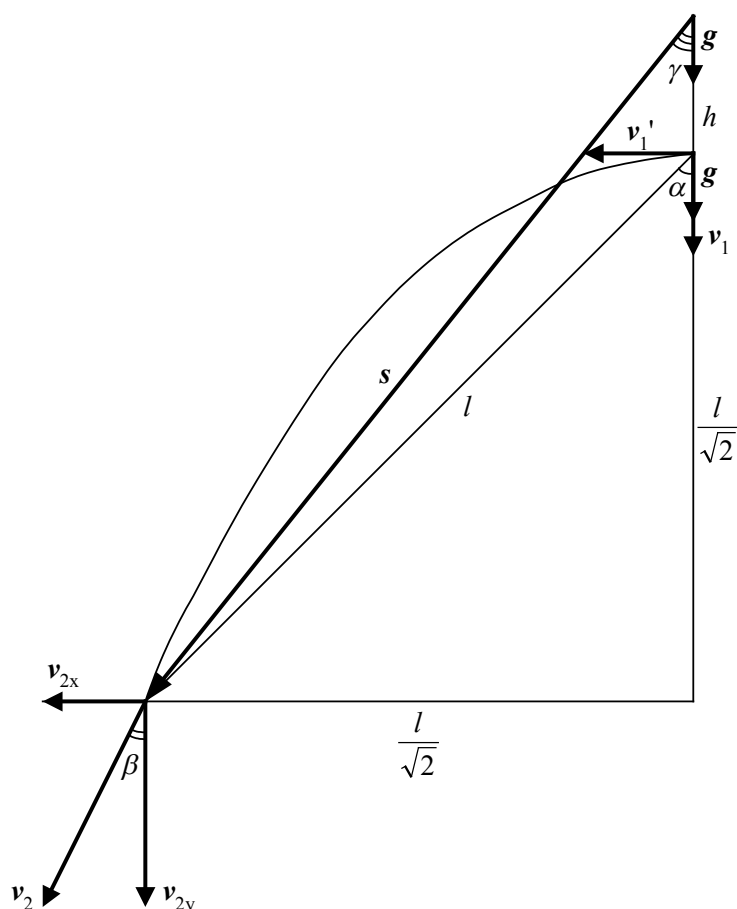
$$h = \frac{\sqrt{2}l}{8}, \quad h = \frac{\sqrt{2} \cdot 5,65}{8} \approx 1 \text{ (m)}.$$

Abiejų laiko tarpų suma:

$$t' = t_1 + t_2 = \frac{3}{2} \sqrt{\frac{\sqrt{2}l}{g}}, \quad t' = \frac{3}{2} \sqrt{\frac{\sqrt{2} \cdot 5,65}{9,8}} \approx 1,35 \text{ (s)}.$$

Tada

$$v_1 = \frac{1}{2} \sqrt{\sqrt{2}gl}, \quad v_1 = \frac{1}{2} \sqrt{\sqrt{2} \cdot 9,8 \cdot 5,65} \approx 4,42 \text{ (m/s)}.$$



Greičio vektoriaus \vec{v}_2 modulis

$$v_2 = \sqrt{v_{2x}^2 + v_{2y}^2} = \frac{1}{2} \sqrt{5\sqrt{2}gl} = \sqrt{5}v_1,$$

$$v_2 = \frac{1}{2} \sqrt{5\sqrt{2} \cdot 9,8 \cdot 5,65} \approx 9,89 \text{ (m/s)}.$$

Greitis \vec{v}_2 su vertikale sudaro kampą $\beta = \arctg \frac{v_{2x}}{v_{2y}} = \arctg(0,5) \approx 27^\circ$.

Poslinkio vektoriaus \vec{s} modulis

$$s = \sqrt{\left(\frac{l}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{l}{\sqrt{2}} + h\right)^2} = \sqrt{\frac{41}{2} \frac{l}{4}}, \quad s = \sqrt{\frac{41}{2} \frac{5,65}{4}} \approx 6,4 \text{ (m)},$$

o šis vektorius su vertikale sudaro kampą

$$\gamma = \arctg \frac{\frac{l}{\sqrt{2}}}{\frac{l}{\sqrt{2}} + h} = \arctg(0,8) \approx 39^\circ.$$

KOMENTARAS: Užduotis skirta panagrinėti rutuliuko laisvąjį kritimą ir tamprųjį smūgį į plokštę, nuo kurios atšoka tuo pačiu kampu ir greičiu. 45° kampas patogus tuo, kad rutuliukas po pirmojo smūgio juda kaip gulsčiai mestas kūnas. Pateiktame sprendime visi ieškomi fizikiniai dydžiai išreikšti nuotoliu tarp smūgių vietų, o čia įdomu tai, kad vektorių kryptys nepriklauso

nuo to nuotolio, tad pateiktas palyginti universalus brėžinys. Suprantama, kad greičių modulius buvo galima rasti ne tik pagal kinematikos lygtis, bet ir pagal mechaninės energijos tvermės dėsnį.

Užduoties aiškinamąjį sprendimą parengė užduoties autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2009 09 02.

Sprendimų aptarimas / FT3-1 ▼

Daugeliui turnyro dalyvių reikėtų atkreipti dėmesį į tai, kad ieškant vektorinių dydžių nepakanka apskaičiuoti tik jų modulius. Ne tik retai kas apskaičiavo kampus, kuriuos vektoriai sudaro su vertikale, bet dažnai brėžiniuose nenurodė vektorių ar nuotolių bent jau tarpusavyje palyginamam masteliu (juk $v_2 \approx 2,2v_1$, o $l \approx 5,6h$), o ir kampo, artimo 45° , nepajėgė nubrėžti. Tad su realiais fizikiniais dydžiais susieta braižyba turnyro dalyviams yra itin aktuali.

Turnyro dalyvių užduoties sprendimų aptarimą parengė užduoties autorius ir jos sprendimų vertintojas doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2009 09 02.

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT3-1 ▼

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Aukščio radimas	3
2.	Judėjimo laiko radimas	2
3.	Greičių nustatymas	3
4.	Poslinkio nustatymas	2
5.	Netikslus brėžinys	iki -2
6.	Nenustatytos vektorių kryptys	po -1
7.	Pateikta ne pagal reikalavimus	-1
8.	Kiti netikslumai (kiekvienam 1-4 punktams atskirai)	po -0,5
Maksimalus sprendimo įvertinimas		10

Turnyro dalyvių užduoties sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelę parengė užduoties autorius ir jos sprendimų vertintojas doc. dr. Stasys Tamošiūnas

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2009 09 02.