

6-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
4-oji užduotis Nr. FT6-4 / 2012 09 03 – 2012 09 30

Sąlyga / FT6-4 ▼

Tarakono Tarakomo nuotyčiai tamsiame kambaryje

Jonas niekaip negalėjo apsiginti nuo jo bute įsiveisusių tarakonų, tad pasitelkęs visas įgimtas ir įgytas galias nusprendė neskausmingai pagauti jų vedlį (pagavęs iškart pavadino jį fiziką išimylėjusiu Tarakomu – beje, jis čia nesugalvojo ko nors naujo – panašiai pavadintas Lietuvos mokinių fizikos olimpiadas žaviai „oranžine“ plunksna aprašantis joms skirtas leidinys), o pagavęs – išmokyti vienodu 1 cm/s greičiu judėti tamsiu keliu, kaip kad įprasta tarakonams į namų virtuves patamsyje ropoti... Jonas gerai išmanė mesto kampu į horizontą kūno judesį, tad patikėkite, jog balto popieriaus lape 1:10 masteliu tiksliai nubrėžė 45° kampu 10 m/s greičiu mesto kūno trajektoriją ir paleido Tarakomą ja eiti, tikėdamasis, jei tai pavyks Tarakomui, tuo keliu iš buto paskui vedlį iškrapštyti ir kitus tarakonus. Taigi pasielgti ekologiškai, nenuodijant ir kitaip nežalojant tų gyvių...

O jūs atsakykite, prašau:

1. Koks yra Tarakomo pagreitis aukščiausiam Jono nubrėžtos trajektorijos taške?
2. Kiek laiko trajektorijoje užtrunka Tarakomas?

Užduotį parengė Vilniaus universiteto Taikomųjų mokslų instituto direktoriaus pavaduotojas, Vilniaus universiteto Fizikos fakulteto Puslaidininkių fizikos katedros docentas, mokyklos „Fizikos olimpas“ direktorius, jos steigėjų tarybos narys ir dėstytojas dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2012 09 03.

Užduoties aiškinamasis sprendimas / FT6-4 ▼

Duota: $v = 1 \text{ cm/s}$; $M = 1:10$; $\alpha = 45^\circ$; $v_0 = 10 \text{ m/s}$; $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Rasti: a , τ .

Neatsižvelkime į oro pasipriešinimą kūno judėjimui. Tada kūnas gulsčia kryptimi juda tolygiai greičiu $v_x = v_{0x} = v_0 \cos \alpha$, o stačia kryptimi – pradiniu greičiu $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$ ir pagreičiu g . Aukščiausiam trajektorijos taške šis pagreitis yra įcentrinis, todėl trajektorijos kreivumo spindulys

$$R = \frac{v_x^2}{g} = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{g}.$$

Jono nubrėžtos trajektorijos kreivumo spindulys $R_1 = MR$, tai Tarakomo pagreitis

$$a = \frac{v^2}{R_1} = \frac{v^2 g}{M v_0^2 \cos^2 \alpha}; \quad a = \frac{0,01^2 \cdot 9,8}{0,1 \cdot 10^2 \cdot \cos^2 45^\circ} \approx 0,2 \text{ (mm/s}^2\text{)}.$$

Didžiausio pakilimo aukštis ir lėkio nuotolis Jono nubrėžtoje trajektorijoje:

$$h = M \frac{v_{0y}^2}{2g} = \frac{M v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}; \quad h = \frac{0,1 \cdot 10^2 \sin^2 45^\circ}{2 \cdot 9,8} \approx 25,5 \text{ (cm)},$$

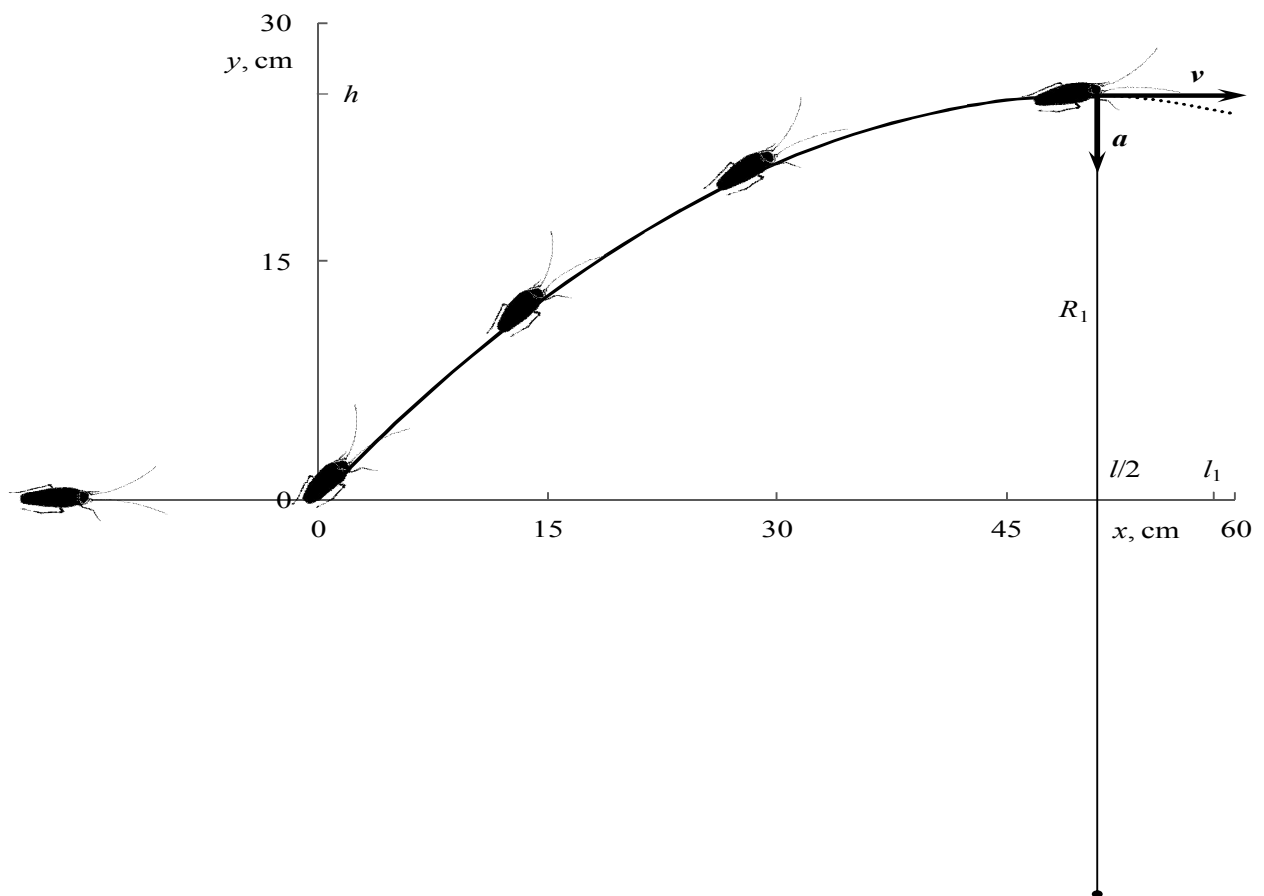
$$l = Mv_{0x}t = Mv_0 \cos \alpha \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{Mv_0^2 \sin 2\alpha}{g}; \quad l = \frac{0,1 \cdot 10^2 \sin(2 \cdot 45^\circ)}{9,8} \approx 102 \text{ (cm)}.$$

Tokia trajektorija telpa penkiuose paeiliui suklijuotuose A4 formato milimetrinio popieriaus, patogaus braižymui ir matavimams atlikti, lapuose. Braižymui galime naudotis koordinacių išraiškomis pasirinktais laiko momentais t

$$x = Mv_0 t \cos \alpha; \quad y = M(v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2})$$

arba iš čia eliminavus t gauta trajektorijos lygtimi

$$y(x) = xtg\alpha - \frac{gx^2}{2Mv_0^2 \cos^2 \alpha}; \quad y(x) = xtg45^\circ - \frac{9,8x^2}{2 \cdot 0,1 \cdot 10^2 \cdot \cos^2 45^\circ} = x - 0,98x^2.$$



Užduoties autorius pasirinko pusiau eksperimentinį užduoties antrosios dalies sprendimo būdą - „taupydamas“ milimetrinį popierių nubrėžė tik pusę trajektorijos nuo kūno metimo pradinės vietos iki didžiausio jo pakilimo aukščio ir pusės lėkio nuotolio, padengė ją pakankamai netąsaus paketams surišti paprastai naudojamo lininio siūlo dalimi, po to tą dalį ištiesė ir, tuo milimetriniu popieriumi išmatavęs jos ilgį $l_1 = 58,5$ cm, rado

$$\tau = \frac{2l_1}{v}; \quad \tau = \frac{2 \cdot 58,5}{1} = 117 \text{ (s)}.$$

Užduoties aiškinamąjį sprendimą pateikė jos autorius dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2012 10 19.

Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT6-4 ▼

Turnyro dalyviai tikriausiai atkreipė dėmesį į užduoties sąlygoje esantį žodį „panašiai” – mat minimo leidinio pavadinime „TarakOMAS” yra paženklintas elektrinės varžos vienetas omas, taip pavadintas pagerbiant žymų fiziką Omą (G.S.Ohm), 1826 m. nustačiusį, kad elektros srovės stipris laidininke yra tiesiai proporcingas įtampai tarp jo galų. Užduotį drąsiai galime laikyti pusiau eksperimentine ne vien dėl to, kad joje aprašytas kol kas analogų neturintis ir daug kantrybės reikalaujantis Jono „eksperimentas” su tarakonais, o todėl, kad antrąjį klausimą pakankamu tokiame „eksperimentui” tikslumu (kas gali garantuoti, kad Tarakomas ir jo vedami kiti tarakonai juda tiksliai taip, kaip Jonas mokė?) galime atsakyti pasirinkę tinkamo dydžio popieriaus lapą, nubrėžę jame trajektoriją, padengę ją siūlu ir išmatavę siūlo ilgį. Nebraižiusiems trajektorijos ir ja taip nenukreipus Tarakomo, o tik teoriškai tai atsakyti buvo kiek sunkiau – trajektorijos ilgiui rasti buvo pasinaudota dviem būdais:

- 1) užrašyta kūno greičio priklausomybės kaip jo judėjimo laiko funkcija

$$v(t) = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 \cos^2 \alpha + (v_0 \sin \alpha - gt)^2}$$

yra integruojama laiko intervale nuo 0 iki lėkio trukmės

$$\tau_l = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g};$$

- 2) trajektoriją bandoma sutaptinti su dalimi lanko apskritimo, kurio spindulys yra mažesnis nei pradinis jos kreivumo spindulys

$$R_0 = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha}$$

ir didesnis nei kreivumo spindulys R didžiausiam kūno pakilimo aukštyje, suprantama, po to viską sumažinus duotu masteliu.

Yra dalyvių, nesivarginančių ties sprendimais parašyti bent jau savo vardą ir pavardę ar taškus po formulę, jei jos yra sakinio gale, ar kablelius ir kt. ženklus ten, kur to reikia.

Užduoties sprendimų aptarimą parengė jos autorius dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2012 10 19.

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT6-4 ▼

| Nr. | Sprendimų vertinimo kriterijus | Vertė balais |
|---|--------------------------------|---------------|
| 1. | Rastas pagreitis | 5 |
| 2. | Įvertinta judėjimo trukmė | 5 |
| 3. | Nėra paaiškinimų | -1 |
| 4. | Pateikta ne pagal reikalavimus | iki -1 |
| 5. | Kiti netikslumai p. 1-2 | po -(0,1-0,5) |
| Didžiausias galimas sprendimo įvertinimas | | 10 |

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelę parengė užduoties autorius dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2012 10 19.