

18-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
1-oji užduotis Nr. FT18-1 / 2024 07 08 – 2024 08 04

Vidutiniai greičiai

Sąlyga / FT18-1 ▼

Šrato, iššauto stačiai sukštyn, vidutinis greitis antrąją judėjimo sekundę (laiko intervale nuo jos pradžios momento $t_1 = 1$ s iki pabaigos momento $t_2 = 2$ s) yra 4,9 m/s didesnis, nei dukart ilgesniame laiko intervale nuo jo pradžios momento $t_3 = 4$ s iki pabaigos momento $t_4 = 6$ s, kai jau besileidžiantis žemyn šratas pagaunamas virš iššovimo vietos pastumta gaudykle.

Laikydami, kad šratas krinta laisvai (pagreitis $g = 9,8 \text{ m/s}^2$), raskite:

- 1) Pradinį greitį;
- 2) Didžiausią pakilimo aukštį;
- 3) Gaudyklės nuotolį nuo iššovimo vietos;
- 4) Greitį, kuriuo pasiekė gaudyklę;
- 5) Vidutinį greitį visame kelyje.

Užduotį parengė doc. dr. Stasys Tamošiūnas – Vilniaus universiteto Fizikos fakulteto Fotonikos ir nanotechnologijų instituto senjoras, mokyklos „Fizikos olimpas“ direktorius, steigėjų tarybos narys ir dėstytojas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2024 07 08.

Aiškinamasis sprendimas / FT18-1 ▼

Duota: $t_1 = 1$ s; $t_2 = 2$ s; $\Delta v = 4,9$ m/s; $t_3 = 4$ s; $t_4 = 6$ s; $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Rasti: v_0 ; h ; h_1 ; v_4 ; v_v .

Šrato greičiai kinta tiesiai proporcingai laikui, tai greičiai duotais laiko momentais:

$$v_1 = v_0 - gt_1; v_2 = v_0 - gt_2; v_3 = v_0 - gt_3; v_4 = v_0 - gt_4.$$

Vidutiniai greičiai laiko intervaluose – greičių intervalų kraštuose aritmetiniai vidurkiai:

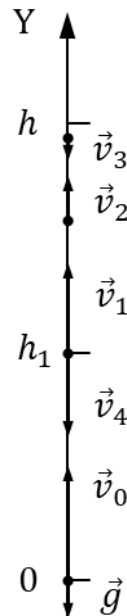
$$v_{12} = \frac{v_1 + v_2}{2} = v_0 - g \frac{t_1 + t_2}{2}; v_{34} = \frac{v_3 + v_4}{2} = v_0 - g \frac{t_3 + t_4}{2}.$$

Greitis didžiausiame aukštyje laiko momentu t' lygus nuliui: $v' = v_0 - gt' = 0$. Tegu $t_1, t_2 < t' < t_3, t_4$, tada $v_{34} < 0$ ir turime užduoties sąlygą atitinkančią lygtį:

$$\Delta v = v_{12} + v_{34} = 2v_0 - g \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}{2}; v_0 = \frac{\Delta v}{2} + g \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}{4};$$

$$v_0 = \frac{4,9}{2} + 9,8 \frac{1+2+4+6}{4} = 34,3 \text{ (m/s)}.$$

Šia be apvalinimo gauta pradinio greičio verte panaudosime tolesniuose skaičiavimuose tam, kad išvengtume sudėtingesnių galutinių formulių su pradiniais sąlygos duomenimis rašymo.



Šrato koordinatės^{x)} bet kuriuo laiko momentu t , konkrečiais laiko momentais t' ir t_4 , o ir ieškomi aukščiai bei greitis, kuriuo jis pasiekė gaudyklę, pagal tolygiai kintamo judėjimo lygtis:

$$y = v_0 t - g \frac{t^2}{2}; h = v_0 t' - g \frac{t'^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g}; h = \frac{34,3^2}{2 \cdot 9,8} \approx 60 \text{ (m)};$$

$$h_1 = v_0 t_4 - g \frac{t_4^2}{2}; h_1 = 34,3 \cdot 6 - 9,8 \frac{6^2}{2} = 29,4 \text{ (m)};$$

$$v_4 = 34,3 - 9,8 \cdot 6 = -24,5 \text{ (m/s)}.$$

Šrato kelias aukštyn lygus h , žemyn $h - h_1$, viso $2h - h_1$, tai vidutinis greitis visame kelyje:

$$v_v = \frac{2h - h_1}{t_4}; v_v = \frac{2 \cdot 60 - 29,4}{6} = 15,1 \text{ (m/s)}.$$

Pastaba^{x)}: tegu šrato masė m , tai pagal mechaninės energijos tvermės dėsnį:

$$mgh = m \frac{v_0^2}{2}; mgh_1 + m \frac{v_4^2}{2} = m \frac{v_0^2}{2}.$$

Turime tas pačias šrato aukščių ir greičių sąsajas, kaip ir pagal judėjimo lygtis.

Aiškinamąjį sprendimą pateikė užduoties autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2024 08 19.

Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT18-1 ▼

Teisingą sprendimą pateikė dauguma turnyro dalyvių, o kiti, neįvertinę šrato kilimo trukmės ir ją pasirinkdami laisvai, pavyzdžiui, 3 ar 4 s, klydo ir tolesniuose skaičiavimuose. Penki dalyviai net ir nerodė skaičiavimų, rašydami atsakymus iškart po teorinių formulių. Trys dalyviai šrato vidutinį greitį visame kelyje bandė rasti, didžiausio pakilimo aukščio ir gaudyklės nuotolio nuo iššovimo vietos sumą dalydami iš judėjimo trukmės.

Patartina tarpiniuose sprendimuose nepraleisti randamų fizikinių dydžių dimensijų, o ir vengti tokių neapvalinimų, kaip vieno dalyvio surastas šrato vidutinis greitis 15,1083 m/s, nes milimetro dalių tikslumo siekis čia neturi prasmės.

Sprendimų aptarimą parengė užduoties autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2024 08 19.

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT18-1 ▼

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Pradinis greitis	3
2.	Pakilimo aukštis	1
3.	Gaudyklės nuotolis	2
4.	Greitis ties gaudykle	2
5.	Vidutinis greitis	2
6.	Nerodomi skaičiavimai	-1
7.	Netikslumai (kiekvienam iš kriterijų Nr. 1-5)	iki (-1)
Didžiausias galimas sprendimų įvertinimas		10

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

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2024 08 19.