

18-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
11-oji užduotis Nr. FT18-11 / 2025 02 03 – 2025 03 02

Taško judėjimas

Sąlyga / FT18-11 ▼

Duota materialaus taško spindulio vektoriaus priklausomybė nuo sekundėmis matuojamo judėjimo laiko t : $\mathbf{r}(t) = (-1 + t)\mathbf{i} - (1 + 0,4t^2)\mathbf{j} + (1 + 0,1t^3)\mathbf{k}$ (cm), čia $\mathbf{i}$, $\mathbf{j}$ ir $\mathbf{k}$ – Dekarto koordinatinių ašių X, Y ir Z vienetiniai vektoriai.

Raskite ir paveiksle raide A pažymėkite taško pradinę vietą, jo poslinkį per laiko tarpą $t_1 = 2$ s nuo judėjimo pradžios iki raide B pažymėtos vietos, šioje vietoje įgytą greitį ir pagreitį (masteliu, kai 1 cm/s greitį ir 1 cm/s² pagreitį atitinka 1 cm ilgio atkarpa). Apibūdinkite taške B veikiančios jėgos kryptį.

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 2025 02 03.

Aiškinamasis sprendimas / FT18-11 ▼

Duota: $\mathbf{r}(t)$, $t_1 = 2$ s.

Rasti: $\mathbf{r}_0$, $\mathbf{s}_1$, $\mathbf{v}_1$, $\mathbf{a}_1$.

Spindulys vektorius pradiniu laiko momentu ($t = 0$), jo ilgis ir projekcijos koordinatinių ašyse:

$$\mathbf{r}_0 = -\mathbf{i} - \mathbf{j} + \mathbf{k}; \quad r_0 = \sqrt{(-1)^2 + (-1)^2 + 1^2} \approx 1,73 \text{ (cm)}.$$

$$r_{0X} = -1 \text{ cm}; \quad r_{0Y} = -1 \text{ cm}; \quad r_{0Z} = 1 \text{ cm}.$$

Taigi, materialaus taško pradinė vieta yra apie 1,73 cm atstumu nuo koordinatinių pradžios.

Poslinkio (spindulio vektoriaus pokyčio) priklausomybė nuo judėjimo laiko, poslinkis laiko momentu t_1 ir jo projekcijos:

$$\mathbf{s}(t) = \mathbf{r}(t) - \mathbf{r}_0 = t\mathbf{i} - 0,4t^2\mathbf{j} + 0,1t^3\mathbf{k};$$

$$\mathbf{s}_1 = 2\mathbf{i} - 1,6\mathbf{j} + 0,8\mathbf{k}; \quad s_1 = \sqrt{2^2 + (-1,6)^2 + 0,8^2} \approx 2,68 \text{ (cm)}.$$

$$s_{1X} = 2 \text{ cm}; \quad s_{1Y} = -1,6 \text{ cm}; \quad s_{1Z} = 0,8 \text{ cm}.$$

Radome, kad materialus taškas per 2s pasislenka apie 2,68 cm.

Momentinio greičio (spindulio vektoriaus išvestinės laiko atžvilgiu) priklausomybė nuo laiko, greitis laiko momentu t_1 ir jo projekcijos:

$$\mathbf{v}(t) = \dot{\mathbf{r}} = \mathbf{i} - 0,8t\mathbf{j} + 0,3t^2\mathbf{k};$$

$$\mathbf{v}_1 = \mathbf{i} - 1,6\mathbf{j} + 1,2\mathbf{k}; \quad v_1 = \sqrt{1^2 + (-1,6)^2 + 1,2^2} \approx 2,24 \text{ (cm/s)}.$$

$$v_{1X} = 1 \text{ cm/s}; v_{1Y} = -1,6 \text{ cm/s}; v_{1Z} = 1,2 \text{ cm/s}.$$

Materialaus taškas per 2 s įgijo apie 2,24 cm/s greitį.

Momentinio pagreičio (greičio išvestinės laiko atžvilgiu) priklausomybė nuo laiko, pagreitis laiko momentu t_1 ir jo projekcijos:

$$\mathbf{a}(t) = \dot{\mathbf{v}} = -0,8\mathbf{j} + 0,6t\mathbf{k};$$

$$\mathbf{a}_1 = -0,8\mathbf{j} + 1,2\mathbf{k}; a_1 = \sqrt{(-0,8)^2 + 1,2^2} \approx 1,44 \text{ (cm/s}^2\text{)}.$$

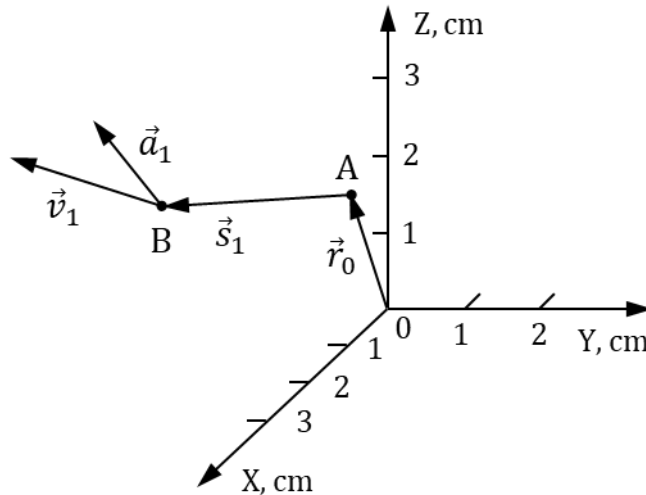
$$a_{1X} = 0; a_{1Y} = -0,8 \text{ cm/s}^2; a_{1Z} = 1,2 \text{ cm/s}^2.$$

Materialus taškas po 2s juda statmenoje X ašiai plokštumoje apie 1,44 m/s² pagreičiu.

Tegu materialaus taško masė yra didesnis už nulį skaliarinis fizikinis dydis m . Pagal antrąjį Niutono dėsnį išreikštos jį veikiančios jėgos vektoriaus $\mathbf{F}_1 = m\mathbf{a}_1$ kryptis yra ta pati, kaip ir pagreičio vektoriaus $\mathbf{a}_1$:

$$\mathbf{F}_1 = -0,8m\mathbf{j} + 1,2m\mathbf{k}.$$

Pateiktame paveiksle vektoriai nubraižyti remiantis rastomis jų projekcijomis pasirinktose koordinatinių ašyse X, Y ir Z (X ašyje matmenys sumažinti apie 1,4 karto).



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

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2025 04 10.

Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT18-11 ▼

Tik vienas sprendimas pateiktas nepriekaištingai. Dalis dalyvių apsiribojo tik vektorinėmis taško padėties, poslinkio, momentinių greičio bei pagreičio išraiškomis ir neieškojo fizikinių dydžių modulių, du dalyviai tarpiniuose skaičiavimuose nerodė fizikinių dydžių dimensijų.

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

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2025 04 10.

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT18-11 ▼

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Pradinė vieta	2
2.	Poslinkis	2
3.	Greitis	2
4.	Pagreitis ir jėgos krypties apibūdinimas	2
5.	Paveikslas	2
6.	Vėlavimas pateikti sprendimą	-1
7.	Kiti 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 2025 04 10.