

12-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
2-oji užduotis Nr. FT12-2 / 2018 07 24 – 2018 08 21

Sąlyga / FT12-2 ▼

Strypas sukasi

Tiesus 1 kg masės 20 cm ilgio vienalytis strypas gali laisvai sukis apie šarnyrą, įtvirtintą 5 cm atstumu nuo vieno iš jo galų. Strypas yra pusiausviras gulsčioje padėtyje, kai ant jo kabo 19,6 N svorio pasvaras, o kitą galą veikia $F = 32,7$ N jėga, sudaranti 30° kampą su strypu. Strypas išliko gulsčias pasvaro pakabą perkėlus 5 cm arčiau šarnyro. Kaip ir kiek taip perkeltiant pakabą teko pakeisti tuo pačiu kampu ir toje pačioje vietoje strypą veikiančią jėgą F ? Kaip ir kiek pakito šarnyro reakcijos jėga? Gravitacinio lauko stipris lygus 9,8 N/kg.

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

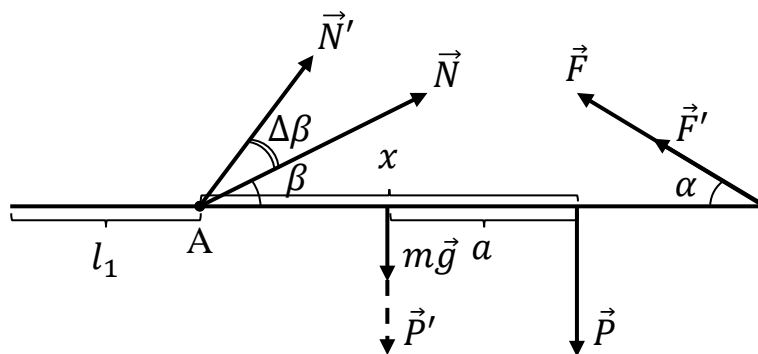
▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2018 07 24.

Užduoties aiškinamasis sprendimas / FT12-2 ▼

Duota: $m_1 = 1$ kg; $l = 20$ cm = 0,2 m; $l_1 = 5$ cm = 0,05 m; $P = 19,6$ N; $F = 32,7$ N; $\alpha = 30^\circ$; $a = 5$ cm = 0,05 m; $g = 9,8$ N/kg.

Rasti: ΔF ; ΔN ; $\Delta \beta$.

Strypą veikia sunkio jėga $m\vec{g}$, pasvaro svoris \vec{P} (tegu jo veikimo linija iš pradžių yra nutolusi atstumu x nuo šarnyro), jėga \vec{F} (po pakabos perkėlimo \vec{F}_1) ir šarnyro reakcijos jėga \vec{N} (jos dydis N , kampas su strypu β ,) o po pakabos perkėlimo jėga \vec{N}_1 (jos dydis N_1 , kampas su strypu β').



Strypo pusiausvyros sąlyga pagal momentų taisyklę (sukimosi ašis – šarnyras A):

$$mg \left(\frac{l}{2} - l_1 \right) + Px - F(l - l_1)\sin\alpha = 0;$$

$$mg \left(\frac{l}{2} - l_1 \right) + P(x - a) - F_1(l - l_1)\sin\alpha = 0.$$

Iš šių lygčių eliminavę x randame jėgą F_1 ir jėgos pokytį ΔF :

$$F_1 = F - \frac{Pa}{(l - l_1)\sin\alpha}; \Delta F = F_1 - F = -\frac{Pa}{(l - l_1)\sin\alpha};$$

$$\Delta F = -\frac{19,6 \cdot 0,05}{(0,2-0,05)\sin 30^\circ} \approx -13,1 \text{ (N)}.$$

Taigi, strypo galą veikianti jėga sumažėja apie 13,1 N. Tas sumažėjimas gerai suprantamas, kai pasvaro pakaba perkeliama toliau nuo to strypo galo link šarnyro (perkelto pasvaro svorio vektoriaus \vec{P}' padėtis paveiksle parodyta brūkšnine linija).

Pusiausvyros sąlyga pagal pirmąjį Niutono dėsnį:

$$m\vec{g} + \vec{P} + \vec{F} + \vec{N} = 0; m\vec{g} + \vec{P} + \vec{F}_1 + \vec{N}_1 = 0.$$

Suprojektavus vektorius į gulsčią ir stačią ašis:

$$-F\cos\alpha + N\cos\beta = 0; -F_1\cos\alpha + N_1\cos\beta' = 0.$$

$$-mg - P + F\sin\alpha + N\sin\beta = 0; -mg - P + F_1\sin\alpha + N_1\sin\beta' = 0.$$

$$N\cos\beta = F\cos\alpha; N\sin\beta = mg + P - F\sin\alpha.$$

$$N_1\cos\beta' = F_1\cos\alpha; N_1\sin\beta' = mg + P - F_1\sin\alpha.$$

Pastarųjų lygčių kairiąsias pakėlus kvadratu ir sudėjus randame šarnyro reakcijos jėgos dydžius iš pradžių ir perkėlus pakabą bei tos jėgos pokytį:

$$\Delta N = N_1 - N = \sqrt{F_1^2\cos^2\alpha + (mg + P - F_1\sin\alpha)^2} - \sqrt{F^2\cos^2\alpha + (mg + P - F\sin\alpha)^2};$$

$$\Delta N = \sqrt{19,6^2\cos^2 30^\circ + (1 \cdot 9,8 + 19,6 - 19,6\sin 30^\circ)^2} - \sqrt{32,7^2\cos^2 30^\circ + (1 \cdot 9,8 + 19,6 - 32,7\sin 30^\circ)^2} \approx 25,9 - 31,2 = -5,3 \text{ (N)}.$$

Gavome, kad šarnyro reakcijos jėga irgi sumažėja, bet tik apie 5,3 N.

Paminėtų lygčių kairiąsias puses padalijus vieną iš kitos randame šarnyro reakcijos jėgos sudarytus kampus su strypu bei kampo pokytį:

$$\Delta\beta = \beta' - \beta = \arctg \frac{mg+P-F_1\sin\alpha}{F_1\cos\alpha} - \arctg \frac{mg+P-F\sin\alpha}{F\cos\alpha};$$

$$\Delta\beta = \arctg \frac{1 \cdot 9,8 + 19,6 - 19,6\sin 30^\circ}{19,6\cos 30^\circ} - \arctg \frac{1 \cdot 9,8 + 19,6 - 32,7\sin 30^\circ}{32,7\cos 30^\circ} \approx 49 - 25 = 24^\circ.$$

Taigi, nors šarnyro reakcijos jėga ir sumažėja, bet žymiai (beveik du kartus) padidėja kampas β , jos vektoriaus \vec{N}' sudaromas su strypu, todėl padidėja ir tos jėgos stačioji komponentė, kuri kartu su irgi sumažėjusios kitą strypo galą veikiančios jėgos \vec{F}' stačiąja komponente atsveria strypo sunkį $m\vec{g}$ ir pasvaro svorį \vec{P}' .

Užduoties aiškinamąjį sprendimą pateikė jos autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2018 09 17.

Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT12-2 ▼

Užduoties sąlygoje nebuvo pateiktas brėžinys, tikintis, kad sprendėjai ją atidžiai perskaitys ir nubraižys, bet ne visiems tai pavyko. Trys turnyro dalyviai neatkreipė dėmesio, kad jėga F : 1) veikia kitą strypo galą – ne tą, nuo kurio 5 cm atstumu yra įtvirtintas šarnyras; 2) sudaro 30° kampą

su strypu, o ne su jo tęsiniu. Du dalyviai net nepateikę brėžinio rašė strypo pusiausvyros sąlygas pagal jėgų momentų taisyklę, palikdami menamą brėžinį užduoties sprendimo vertintojo vaizduotei. Aiškėja ir išskirtinė būtent 12-ojo fizikos turnyro dalyvių problema – sprendimų, o ypač brėžinių, nekokybiškas pateikimas kompiuteriu, nenoras paaiškinti sprendimus ir pateikti skaičiavimus, į gautas teorines formules įrašant užduoties sąlygos duomenis.

Užduoties sprendimų aptarimą parengė jos autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2018 09 13.

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT12-2 ▼

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Rastas strypo galą veikiančios jėgos dydžio pokytis	5
2.	Nustatyti šarnyro reakcijos jėgos dydžio ir krypties pokyčiai	5
3.	Pateikta ne pagal reikalavimus	-1
4.	Netikslumai (kiekvienam iš kriterijų Nr.1-2)	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 2018 09 13.