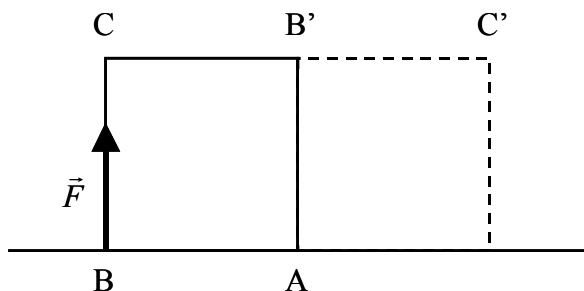


2-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
Užduotis Nr. FT2-2 / 2008 07 24 – 09 07

Užduoties sąlyga / FT 2-2 ▼

Prizmės vertimas

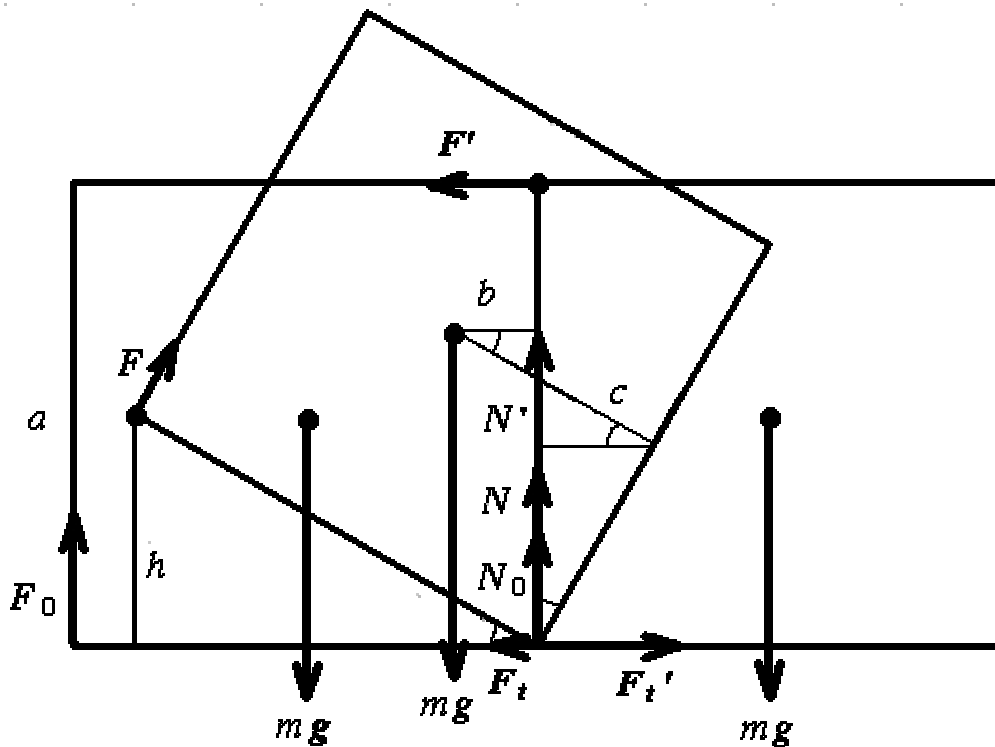
2 kg masės stačiosios prizmės pagrindas – kvadratas, kurio kraštinės ilgis 20 cm. Šią prizmę pastoviu greičiu lėtai perverčia per briauną A, veikdami briauną B mažiausia tam reikalinga jėga \vec{F} sienelės BC plokštumoje. Kaip ir kokiose ribose kinta ši jėga? Koks atliekamas darbas? Koks turi būti trinties koeficientas, kad pavyktų taip perversti šią prizmę?



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

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2008 07 24.

Užduoties aiškinamasis sprendimas / FT2-2 ▼



Tik pradėjus versti prizmę, jėga F_0 kartu su atramos reakcijos jėga N_0 kompensuoja prizmės sunkio jėgą mg . Pakėlus į aukštį h , jėgos F gulsčiąją komponentę kompensuoja trinties jėga F_t . Pagal momentų taisyklę $F \cdot a - mg \cdot b = 0$.

$$\text{Iš panašių trikampių: } \frac{b}{0,5h} = \frac{0,5a - c}{c}; \text{ kur } c = \frac{ah}{2\sqrt{a^2 - h^2}}.$$

$$\text{Tada } b = \frac{1}{2}(\sqrt{a^2 - h^2} - h) \text{ ir } F = \frac{mg}{2} \left(\sqrt{1 - \frac{h^2}{a^2}} - \frac{h}{a} \right).$$

Iš pradžių $h = 0$, o $F_0 = \frac{mg}{2}$. $F_0 \approx 9,8$ N. Jėga mažėja ir tampa $F = 0$, kai $h = \frac{a}{\sqrt{2}}$; tai atitinka 45° kampą. Po to jėga F keičia kryptį į priešingą ir didėja, o prieš baigiant versti, jėga $F' = \frac{mg}{2}$ kompensuoja didžiausią trinties jėgą F_t' . Tada atramos reakcijos jėga $N' = mg$, o trinties koeficientas $\mu = \frac{F'}{N'} = 0,5$. Taigi trinties koeficientas turi būti ne mažesnis už 0,5.

Atliktas darbas lygus prizmės potencinės energijos pokyčiui. Keliant iki aukščio $h = \frac{a}{\sqrt{2}}$, atliekamas darbas $A_1 = \frac{mga}{2}(\sqrt{2} - 1)$; $A_1 \approx 0,81$ J. Toliau nuleidžiant atliekamas darbas $A_2 = -A_1$, nes jėgos ir poslinkio kryptys priešingos. $A = A_1 + A_2 = 0$.

Užduoties aiškinamąjį sprendimą parengė doc.dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt skelbiamas nuo 2008 09 19.

Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT2-2 ▼

Prizmės vertimo pradžia labai paprasta – pagal veikiančių jėgų momentų taisyklę (sukimo ašies atžvilgiu atramos reakcijos ir trinties jėgų momentai lygūs nuliui, o sunkio ir verčiančios jėgų – ne) randama didžiausia tam reikalinga jėga, modulių lygi pusei sunkio jėgos. Pavertus prizmę 45° kampu, verčianti jėga tuomet tampa lyg ir nebereikalinga, nes jau ta prizmė paversta iki čia, deja, pagal užduotį reikia ramiai versti toliau (kai kurie turnyro dalyviai leido toliau prizmei nugriūti pačiai, tad ką čia jau berašys apie reikalingą trinties koeficientą, kuris ne mažesnis kaip 0,5, jiems jį buvo surasti nelemta), o didesniu kampu verčiant prizmę tenka prilaikyti priešingos krypties jėga, kol ši modulių pagaliau priartės prie pusės prizmės sunkio jėgos. Darbą kai kurie turnyro dalyviai skaičiavo daugindami jėgą iš kelio, teisingai neįvertinę jėgos priklausomybės nuo kelio. Gi to ir nereikia: darbas, atliktas tik prieš prizmės sunkio jėgą ir lygus tik prizmės potencinės energijos pokyčiui Žemės gravitaciniame lauke, kai kinetinė energija tolygiai keliant nekinta. Daug kas neanalizavo būtent galutinio prizmės vertimo etapo, kai ji prilaikoma nuo galimo greitėjančio savaiminio virtimo - prizmė juk neturėtų paslysti ją prilaikant tolygiame galutiniame vertime, tad dauguma sprendėjų turėjo bėdų dėl trinties koeficiento radimo – būtent ne mažesnio kaip 0,5 (už šį teisingą rezultatą skyriau net 4 balus ir manau, kad vertėjo). Aišku, kad daug ką sužavėjo vertimo tik iki 45° kampo eiga: juk didėja verčiančios neslystančią prizmę jėgos gulsčioji komponentė, tad didėja ir trinties jėga, bet verčianti jėga mažėja, tad mažėja ir jos gulsčioji komponentė (čia atsiprašau už galimai netikslius terminus, mat kai kuriose fizikos knygosose tai vadinama sudaromąja, dedamąja, projekcija į atitinkamai pasirinktą koordinačių ašį ar net sandu, kaip studijų programose), atramos reakcijos jėga modulių didėja iki prizmės sunkio jėgos. Nebetinka čia standartinė slydimo trinties koeficiento, kaip atramos reakcijos dalies, radimo formulė prizmės rimties atveju! Kai kurie turnyro dalyviai net nubrėžė trinties koeficiento priklausomybę nuo prizmės

pavertimo kampo, kurioje trinties koeficientas net lygus nuliui, kai tas kampas 45° . Tai ką – prizmės ir gulsčiojo stalo paviršiai tapo nebe šiurkštūs nuo tokio pavertimo? Reiktų neįsižeisti priminus, kad trinties jėga rimties atveju gali būti ir mažesnė, nei slydimo trinties koeficiento dalimi apibrėžiama atramos reakcijos jėgos dalis.

Nėra būtinos čia kai kurių vyresnių turnyro dalyvių naudotos trigonometrijos funkcijos, kas dar galėjo būti nežinoma daugumai jaunesnių turnyro dalyvių. Taip, žinant trigonometriją, užduotį pavyko spręsti gal kiek solidžiau. Kaip tai daryti be tų funkcijų, o tik naudojantis iš panašių trikampių žinomais ryšiais, aš tą parodžiau aiškinamajame sprendime. Tad tegu dėl panašių fizikos turnyro užduočių ir jaunesni, trigonometrijos iki šiol neragavę, dalyviai nenusigąsta.

Stengiantis teisingai suvokti šios užduoties fiziką ir teisingai ją išspręsti, buvo galima sėkmingai panaudoti EKSPERIMENTINĮ TEORINĖS UŽDUOTIES SPRENDIMO AIŠKINIMOSI BŪDĄ, t. y. susirasti panašią į sąlygoje nurodytą prizmę ir pabandyti ją praktiškai apversti sąlygoje nurodytu būdu ir taip atidžiai stebint prizmės virtimą, pamatyti prizmės virtimo atskirus etapus ir jiems būdingas ypatybes, kurias vėliau aprašyti teoriniais skaičiavimais! Įdomu, ar kuris nors dalyvis bandė taip praktiškai vartyti prizmę, nes sprendimuose neradau apie tai parašyta.

Ši užduotis – ir ne kopija iš galimų pavartyti fizikos uždavinytų. Jums ir anksčiau teko pastebėti, kad Fizikos turnyro rengimo viena iš idėjų, kuria vadovaujamės rengdami atitinkamas užduotis yra ta, kad fizika – įspūdingas ne tik teorijoje, bet, svarbiausia, savo eksperimentais neprilygstamas mokslas, kuris tokiu būdu gali būti prieinamas visiems. Fizikos turnyro viešas pateikimas jau antrus metus jį daro prieinamu visiems. Kai populiarus jaunimo dainininkas koncerte paprašo paploti – valio! Ploja. Gal. kad plojant mažiau girdisi to jos muzikos trūkumų... Priekite ir čia, spręskite, bandykite. Pagaliau perverskite ką nors – ne tik tą prizmę! Perverskit pagaliau save iš nekūrybingos kasdienybės, pradžiai be plojimų: deja, kai kurių turnyro dalyvių šios užduoties sprendimai siūsti net nepažiūrėjus į fizikos turnyro reikalavimus, kai kurių net ir pirmojo turnyro buvusiu elektroniniu adresu, po to jiems piktinantis, kad užduoties sprendimo laiku neįvertinau, nes teko juos persisiųsti iš kitų vietų!

Užduoties sprendimo aptarimą parengė užduoties autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2008 10 16.

Tekstas iš dalies pakeistas, papildytas 2008 10 30 (teksto papildymai parašyti tamsesniu šriftu)

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT2-2 ▼

Nr.	Sprendimo vertinimo kriterijus	Vertė balais
1	Nustatytos jėgos kitimo ribos	3,0
2	Apskaičiuotas atliktas darbas	3,0
3	Rastas trinties koeficientas	4,0
4	Nėra brėžinio	-1,0
5	Nėra paaiškinimo (kiekvienam iš 3 pateiktų klausimų)	-0,5
6	Netikslumai brėžinyje	Iki -0,8
7	Kiti netikslumai (kiekvienam iš 3 pateiktų klausimų)	Iki -0,5
Maksimalus sprendimo įvertinimas		10,0

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

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2008 10 16.