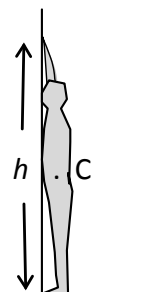


8-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
6-oji užduotis Nr. FT8-6 / 2014 10 20 – 2014 11 16

Sąlyga / FT8-6 ▼

Pasieks ar nukris?

Žmogus, stovėdamas prie sienos ant grindų, pakėlęs ranką gali pasiekti sieną $h = 1,9$ m aukštyje, tuo metu jo masės centras C yra $a = 20$ cm atstumu nuo sienos. Žmogaus masė $M = 65$ kg. Kokiame didžiausiame aukštyje tas žmogus gali paliesti sieną palypėjęs atremtomis į sieną kopėčiomis? Kopėčios, kurių masė $m = 5$ kg, o ilgis $l = 4$ m, turi 9 pakopų skersiniukus, vienodai paskirstytus išilgai kopėčių. Trinties koeficientas tarp kopėčių ir grindų bei sienos $\mu = 0,3$. Kopėčių strypų storis yra mažas.



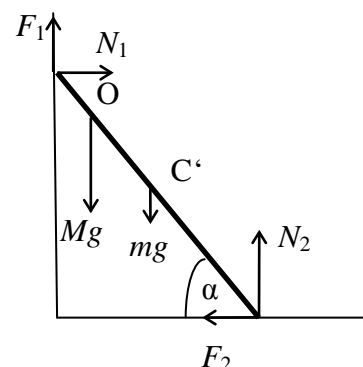
Į žmogaus masės centro padėties kitimą jo kūne lipant kopėčiomis nekreipkite dėmesio.

Užduotį parengė mokyklos „Fizikos olimpas“ steigėjų tarybos narys, ilgametis mokyklos direktorius (11 m.) ir šio Fizikos turnyro užduočių parengimo spręsti ir jų sprendimų vertinimo komisijos pirmininkas prof. habil. dr. Antanas Rimvidas Bandzaitis.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2014 10 20.

Užduoties aiškinamasis sprendimas / FT8-6 ▼

Paveikslėlyje pateiktos kopėčias veikiančios jėgos: kopėčių masės centrą C' veikia sunkio jėga mg , žmogaus atramos tašką žmogaus sunkio jėga Mg , viršutinį galą – sienos reakcijos jėga N_1 ir jos sukurta trinties jėga $F_1 = \mu N_1$, apatinį – grindų reakcijos jėga N_2 ir jos sukurta trinties jėga $F_2 = \mu N_2$. Kad kopėčios nejudėtų, jas veikiančių jėgų ir jėgų momentų sumos turi būti nuliai. Sakykim, kad žmogus stovi ant skersiniuko k nuo apačios. Imame jėgos momentą apatinio taško atžvilgiu.



$$\left(\frac{l}{2}m + \frac{lk}{10}M\right)g \cos \alpha = l(N_1 \sin \alpha + F_1 \cos \alpha).$$

Veikiančios jėgos duoda

$$N_1 = F_2, \quad N_1 = \mu N_2 \\ (m + M)g = N_2 + F_1,$$

Tada

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\frac{m(1 - \mu^2)}{2} + \frac{M[k(1 + \mu^2) - 10\mu^2]}{10}}{\mu(m + M)}.$$

Imdami $k = 9$, gauname $\alpha = 70,8^\circ$. Tačiau tada atstumas nuo sienos iki skersiniuko bus

$$a' = \frac{l}{10} \cos \alpha, \quad a' = 16 \text{ cm},$$

t. y., mažesnis už žmogaus masės centro atstumą iki sienos.

Imdami $k = 8$, gauname $\alpha = 68^\circ$, o atstumas nuo sienos iki skersiniuko $a' = 36$ cm. Taigi, dabar galima statyti kopėčias stačiau, priartinant skersiniuką prie sienos iki $a = 20$ cm ir tuo padidinant skersiniuko aukštį.

Gauname

$$\alpha' = \arccos \frac{a}{0,2l},$$

o žmogaus pasiekiamas aukštis

$$H = h + 0,8l \sin \alpha', \quad H = 5 \text{ m.}$$

Užduoties aiškinamąjį sprendimą pateikė jos autorius prof. habil. dr. Antanas Rimvidas Bandzaitis.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2016 04 07.

Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT8-6 ▼

Ne visi sprendusieji pastebėjo, kad esant nepakankamam pasvirimo kampui kopėčios slys, todėl žmogus gali palypėti tik ant priešpaskutinio skersiniuko, o tada didžiausias pasiekiamas aukštis atitinka kampą, kuriam esant skersiniukas nutolęs nuo sienos 20 cm. Kai kas žmogų modeliavo plonu strypu, nors sąlygoje pateikta schematinė erdvinė figūra.

Užduoties sprendimų aptarimą parengė jos autorius prof. habil. dr. Antanas Rimvidas Bandzaitis.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2016 04 07.

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT8-6 ▼

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1	Nurodytos sąlygos, kurias turi patenkinti kopėčias veikiančios jėgos esant pusiausvyrai.	2
2	Nurodytos sąlygos, kurias turi patenkinti kopėčias veikiantys jėgų momentai.	2
3	Nustatyta išraiška mažiausiam kampui, kuriam esant kopėčios su užlipusiu ant jų žmogumi neslysta.	2
4	Nustatytas aukštis, kurį žmogus pasiekia palypėjęs kopėčiomis.	4
Didžiausias galimas sprendimo įvertinimas		10

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelę parengė užduoties autorius prof. habil. dr. Antanas Rimvidas Bandzaitis.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2016 04 07.