

# 11-ASIS FIZIKOS TURNYRAS

2-oji užduotis Nr. FT11-2 / 2017 08 01 – 2017 08 28

Sąlyga / FT11-2 ▼

## Rutuliai ant stalo

Ant stalo gulsčio paviršiaus yra du vienalyčiai plieniniai  $7,8 \text{ g/cm}^3$  tankio šratai, kurių skersmenys lygūs  $12 \text{ mm}$  ir  $18 \text{ mm}$ . Jie liečia vienas kitą. Gravitacinio lauko stipris lygus  $9,8 \text{ N/kg}$ .

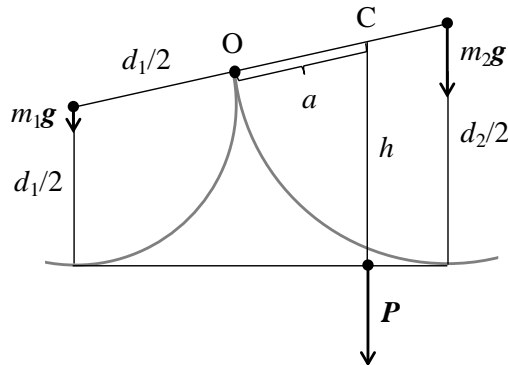
1. Kokio dydžio jėga yra slegiamas stolas? Į rutulių palengvėjimą ore dėl Archimedo keliamosios jėgos poveikio galima neatsižvelgti.
2. Kokiame aukštyje virš stalo paviršiaus yra šios rutulių sistemos masių centras?
3. Kiek jis yra nutolęs nuo rutulių sąlyčio taško?

Užduotį parengė Vilniaus universiteto Taikomųjų mokslų instituto direktoriaus pavaduotojas, Vilniaus universiteto Fizikos fakulteto Puslaidininkių fizikos katedros docentas, mokyklos „Fizikos olimpas“ direktorius, jos steigėjų tarybos narys ir dėstytojas doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2017 08 01.

Užduoties aiškinamasis sprendimas / FT11-2 ▼

Duota:  $\rho = 7,8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ;  $d_1 = 0,012 \text{ m}$ ;  $d_2 = 0,018 \text{ m}$ ;  $g = 9,8 \text{ N/kg}$ .  
Rasti:  $P$ ,  $h$ ,  $a$ .



Rutulių masės randamos plieno tankį padauginus iš jų tūrių:

$$m_1 = \rho V_1 = \frac{\pi}{6} \rho d_1^3, \quad m_2 = \rho V_2 = \frac{\pi}{6} \rho d_2^3.$$

Stalą slegia jų atstojamasis svoris  $\vec{P} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2$ . Pateiktame paveiksle stalą veikiantys rutulių svorių vektoriai  $\vec{P}_1$  ir  $\vec{P}_2$  neparodyti, o jų moduliai  $P_1 = m_1 g$  ir  $P_2 = m_2 g$ , tai:

$$P = (m_1 + m_2)g = \frac{\pi}{6} \rho (d_1^3 + d_2^3)g;$$

$$P = \frac{3,14}{6} 7,8 \cdot 10^3 (0,012^3 + 0,018^3) 9,8 \approx 0,3 \text{ (N)}.$$

Pasinaudoję žinoma masių centro koordinatės formule:

$$y_c = \frac{m_1 y_{c1} + m_2 y_{c2}}{m_1 + m_2},$$

kurioje mūsų atveju rutulių centrų koordinatės stalo atžvilgiu yra  $y_{c1} = \frac{d_1}{2}$  ir  $y_{c2} = \frac{d_2}{2}$ , randame masių centro C aukštį virš stalo:

$$h = \frac{m_1 \frac{d_1}{2} + m_2 \frac{d_2}{2}}{m_1 + m_2} = \frac{d_1^4 + d_2^4}{2(d_1^3 + d_2^3)}; \quad h = \frac{0,012^4 + 0,018^4}{2(0,012^3 + 0,018^3)} \approx 8,3 \text{ (mm)}.$$

Panašiai randamas ir masių centro C, esančio didesniame rutulyje, nuotolis nuo rutulių lietimosi taško O:

$$a = \frac{m_1 \left(-\frac{d_1}{2}\right) + m_2 \frac{d_2}{2}}{m_1 + m_2} = \frac{d_2^4 - d_1^4}{2(d_1^3 + d_2^3)}; \quad a = \frac{0,018^4 - 0,012^4}{2(0,012^3 + 0,018^3)} \approx 5,6 \text{ (mm)}.$$

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

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2020 07 28.

### **Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT11-2 ▼**

Šioje užduotyje yra atkreiptinas dėmesys į tai, kad rutulių lietimosi vieta ir masių centras yra tiesės atkarpoje, jungiančioje vienalyčių rutulių centrus, tad masės centro radimui galima naudoti ir taip vadinamą „pakabinimo būdą“, kai pakaba eina per masių centrą ir nagrinėjama pusiausvyra, kompensuojantis rutulių sunkio jėgų momentams. Tuo pačiu taškas C dalija rutulių centrus jungiančią atkarpą į dalis, atvirkščiai proporcingas rutulių masėms, o iš jo nubrėžtas statmuo į stalo paviršių jį kirs atstojamojo svorio  $\vec{P}$  veikimo taške. Akivaizdu, kad ir atstojamojo svorio veikimo taškas dalija atstumą tarp rutulių sąlyčio su stalu taškų į dalis, atvirkščiai proporcingas rutulių masėms arba jų skersmenų kubams. Toks sprendimo būdas patiko daliai sprendusiųjų, nagrinėjusių proporcingus sąryšius paveiksle parodytose trapecijose.

Deja, trys turnyro dalyviai atsiuntė tik sutrumpintą užduoties sąlygą.

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

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2020 07 28.

### **Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT11-2 ▼**

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Rasta slėgio jėga	4
2.	Rastas masių centro aukštis	3
3.	Rastas masių centro nuotolis nuo rutulių sąlyčio vietos	3
4.	Pateikta ne pagal reikalavimus	-1
5.	Netikslumai (kiekvienam iš kriterijų Nr.1-3)	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](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2020 07 28.