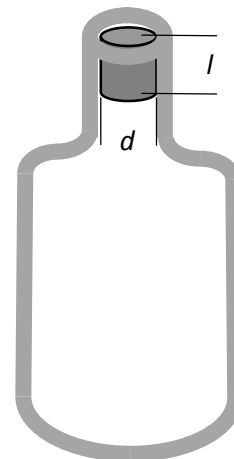


**5-ASIS FIZIKOS TURNYRAS**  
**8-oji užduotis Nr. FT5-8 / 2011 12 05 – 2012 01 02**

**Užduoties sąlyga / FT5-8 ▼**

**Kemšame butelį**

Butelis užkemšamas ritinio formos kamščiu, kurio skersmuo  $d = 2$  cm, ilgis  $l = 4,5$  cm, masė  $m = 1,5$  g. Maksimali kamščio trinties jėga į butelio kaklelį  $F = 30$  N, ji yra proporcinga kamščio ir butelio kaklelio sąlyčio paviršiaus plotui. Oro temperatūra  $t = 20^\circ\text{C}$ , slėgis  $p = 100$  kPa. Butelio talpa žymiai didesnė už kamščio tūrį.



- 1) Koks darbas atliekamas lėtai užkemšant butelį taip, kad į kaklelį sueitų visas kamštis?
- 2) Iki kokios temperatūros pašildžius orą butelyje kamštis pradės slinkti iš kaklelio?
- 3) Kokį darbą atlieka dujos išstumdamos kamštį, jei oras daugiau nebešildomas?
- 4) Kokį greitį įgaus kamštis išlėkimo iš kaklelio momentu?

*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](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2011 12 05.

**Užduoties aiškinamasis sprendimas / FT5-8 ▼**

1) Kamščio sunkio jėga žymiai mažesnė už  $F$ , į ją neatsižvelgiame. Kamščiui slenkant jėga didėja nuo 0 iki  $F$ , vidutinė jėga  $F_{\text{vid.}} = F/2$ , atliktas darbas

$$A = \frac{Fl}{2}, \quad A = 0,675 \text{ J.}$$

2) Laikome, kad kamštis pradeda slinkti esant oro slėgiui butelyje  $p'$  ir temperatūrai  $T'$ .

$$F = \frac{(p' - p)\pi d^2}{4}, \quad p' = p \frac{T'}{T}, \quad T' = T \left( \frac{4F}{\pi d^2 p} + 1 \right), \quad T' = 573 \text{ K}, \quad t' = 300^\circ\text{C}.$$

3) Kadangi butelio tūris žymiai didesnis už kamščio tūrį, laikome, kad oro tūris ir temperatūra išstumiant kamštį nepakinta, nors procesas adiabatinis, t. y., esančio butelyje oro vidinė energija žymiai didesnė už darbą, atliktą išstumiant kamštį.

$$A' = p' \Delta V = \left( \frac{4F}{\pi d^2} + p \right) \frac{\pi d^2}{4} l = \left( F + \frac{\rho d^2 p}{4} \right) l, \quad A' = 2,76 \text{ J.}$$

4) Kamščiui išlekiant iš kaklelio pagal energijos tvermės dėsnį visas dujų atliktas darbas  $A'$  lygus darbo  $A$ , atlikto nugalint trintį, darbo  $A'' = p\pi d^2 l/4$ , atlikto nugalint išorinį slėgį, ir kamščio kinetinės energijos  $E = m v^2/2$ , sumai. Tada

$$v = \sqrt{2(A' - A - p\pi d^2 l/4)/m}, \quad v = 30 \text{ m/s.}$$

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

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2012 06 12.

#### **Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT5-8 ▼**

- 1) Pirmąją užduotį dauguma sprendusiųjų suprato ir išsprendė gerai.
- 2) Antrojoje užduotyje kai kas vietoj absoliučiosios temperatūros panaudojo Celsijaus temperatūrą.
- 3) Dalis sprendusiųjų (apie 50 %) neatsižvelgė, kad išstumiant kamštį nugalima ne tik trinties jėga, bet ir išorinis slėgis.
- 4) Dauguma sprendusiųjų gavo teisingą atsakymą panaudodami energijos tvermės dėsnį. Tiesiogiai panaudoti antrąjį Niutono dėsnį matematiškai sudėtingiau, nes jėga kintama.

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

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2012 06 12.

#### **Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT5-8 ▼**

<b>Nr.</b>	<b>Sprendimų vertinimo kriterijus</b>	<b>Vertė balais</b>
1.	Darbas išreikštas vidutinės jėgos ir kelio sandauga	2
2.	Iš dujų būvio lygties nustatoma temperatūra, kuriai esant slėgio butelyje sukurta jėga tampa lygi trinties jėgos ir išorinio slėgio sukurtos jėgos sumai	3
3	Dujų atliktas darbas išreikštas jų slėgio ir tūrio pokyčio sandauga	3
4	Kamščio greitis nustatomas jo kinetinę energiją išreiškus viso dujų atlikto darbo ir darbo, atlikto nugalint trintį ir išorinį slėgį, skirtumu	2
5.	Fizikiniai netikslumai	iki -1
6.	Matematiniai netikslumai	iki -0,5
Didžiausias galimas sprendimo įvertinimas		10

*Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelę parengė užduoties autorius dr. Egidijus Anisimovas.*

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2012 06 12.