4-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
10-oji užduotis Nr. FT4-10 / 2011 01 13 – 2011 02 09

Sąlyga / FT4-10 ▼

Padangos pūtimas pompa

Automobilio padanga pripučiama pompa, kurios tūris V_0=0,001 m^3. Po n=100 įpūtimų prie padangos prijungtas manometras parodė slėgį p=200 kPa. Atmosferos slėgis p_0=100 kPa, temperatūra t=15 ^{o}C. Vyksmą laikome izoterminiu, o padangos tūrį ir formą nekintama.

1) Koks yra padangos ertmės tūris?
2) Koks darbas atliktas suslegiant padangą užpildžiusias dujas?
3) Kaip pasikeistų atsakymai į pateiktus klausimus, jei vyksmas būtų adiabatinis? Kokia susidarytų tokiu atveju padangą užpildančių dujų temperatūra?

Užduotį parengė mokyklos „Fizikos olimpas" steigėjų tarybos narys, buvęs 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 2011 01 13.*

Aiškinamasis sprendimas / FT4-10 ▼

1) Ieškomąjį tūrį pažymime V. Panaudojame dujų būvio lygtį:

$$p_0(V + nV_0) = V(p + p_0)$$
$$V = \frac{np_0V_0}{p}, \; V = 50\,\text{L}.$$

2) Darbą išreiškiame taip:

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p'\,dV',$$

čia

$$V_1 = V, \; V_2 = V + nV_0, \; p' = \frac{p_0(V + nV_0)}{V'} - p_0.$$

Suintegravę gauname:

$$A = [p_0(V + nV_0)\ln V' - p_0V']|_{V_1}^{V2} = p_0[(V + nV_0)\ln\frac{V + nV_0}{V} - nV_0],$$
$$A = 6{,}5\ \text{kJ}.$$

3.1) Ieškomąjį tūrį pažymime V_a. Panaudojame adiabatės lygtį:

$$p_0(V_a + nV_0)^{\gamma} = (p + p_0)V_a^{\gamma},$$

čia γ = 1,4 (oras – dviatomės dujos).

Tada

$$V_a = \frac{nV_0}{\left(1+\frac{p}{p_0}\right)^{1/\gamma} - 1}, \; V_a = 84 \text{ L}.$$

3.2) Panaudojame darbo išraišką dalyje 2 pateiktu integralu, vietoje V imdami V_a, o p' išreiškiame iš adiabatės lygties:

$$p' = \frac{p_0(V_a + nV_0)^\gamma}{V'^\gamma} - p_0.$$

Suintegravę gauname:

$$A' = \frac{p_0}{\gamma - 1}\{V_a[\leq \left(1+\frac{nV_0}{V_a}\right)^\gamma - 1] - \gamma nV_0\}, \; A' = 6{,}95 \text{ kJ}.$$

3.3) Panaudojame dujų būvio lygtį:

$$\frac{p_0(V_a + nV_0)}{T} = \frac{(p+p_0)V_a}{T'},$$

čia $T = (t + 273)$ K.

Tada

$$T' = \frac{(p+p_0)V_a T}{p_0(V_a + nV_0)}, \; T' = 394 \text{ K}, \; t' = 121 \,^\circ\text{C}.$$

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

▲ *Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2011 05 04.*

Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT4-10 ▼

Daugelis sprendusiųjų neatsižvelgė į tai, kad pradžioje padangoje yra oras, kurio slėgis p_0, o manometras rodo oro slėgio padangoje ir aplinkoje skirtumą.
Skaičiuojant darbą reikia imti oro slėgio padangoje ir išorinio slėgio skirtumą.

Užduoties sprendimo aptarimą parengė užduoties autorius prof. habil. dr. Antanas Rimvidas Bandzaitis.

▲ *Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2011 05 04.*

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT4-10 ▼

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Panaudota dujų būvio lygtis:	
	$p_0(V+nV_0)=V(p+p_0)$	1
	$V=\dfrac{np_0V_0}{p}$, $V=50\,\mathrm{L}$	1
2.	Panaudota darbo išraiška:	
	$A=\int_{V_1}^{V_2} p'dV'$, čia $V_2=V+nV_0$; $p'=\dfrac{p_0(V+nV_0)}{V'}-p_0$	1
	$A=p_0[(V+nV_0)\ln\dfrac{V+nV_0}{V}-nV_0]$	1
	$A=6{,}5\ \mathrm{kJ}$	1
3.	Panaudota adiabatės lygtis:	
	$p_0(V_a+nV_0)^\gamma=(p+p_0)V_a^\gamma$, čia $\gamma=1{,}4$	1
	$V_a=\dfrac{nV_0}{\left(1+\dfrac{p}{p_0}\right)^{1/\gamma}-1}$, $V_a=84\,\mathrm{L}$	1
4.	Panaudota darbo išraiška $A=\int_{V_1}^{V_2} p'dV'$, vietoje V_1 imant V_a, ir iš adiabatės lygties išreikštas p': $p'=\dfrac{p_0(V_a+nV_0)^\gamma}{V'^\gamma}-p_0$	1
5.	$A'=\dfrac{p_0}{\gamma-1}\{V_a[\leq\left(1+\dfrac{nV_0}{V_a}\right)^\gamma-1]-\gamma nV_0\}$, $A'=6{,}95\ \mathrm{kJ}$	1
6.	Iš dujų būvio lygties $\dfrac{p_0(V_a+nV_0)}{T}=\dfrac{(p+p_0)V_a}{T'}$ gauta $T'=\dfrac{(p+p_0)V_aT}{p_0(V_a+nV_0)}$, $T'=394\,\mathrm{K}$, $t'=121\,°\mathrm{C}$	1
7.	Pateikta ne pagal reikalavimus	-1
Maksimalus 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 2011 05 04.*