

2-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
Užduotis Nr. FT2-13 / 2009 03 23 – 2009 04 19

Užduoties sąlyga / FT2-13 ▼

Valdomas kosminis zondas

Kosminio zondo judėjimą koreguojančiame raketiniame variklyje yra degimo kamera su tūta, iš kurios reikiama kryptimi į kosminę erdvę (vakuumą) besiveržiančių degimo produktų – dujų, kurių molinė masė $M=0,04$ kg/mol, čiurkšlių kryptis gali būti keičiama iš Žemėje esančios skrydžių valdymo stoties.

Kaip gali pakisti kosminio zondo greitis sudeginus $m_k=50$ g kuro? Zondo masė $m=100$ kg, degimo produktų pradinė temperatūra $T=3000$ K.

Užduotį parengė 2-ojo Fizikos turnyro užduočių parengimo, jų pateikimo spręsti ir atlikimo vertinimo komisijos pirmininkas prof. habil. dr. Antanas Rimvidas Bandzaitis.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2009 03 23.

Užduoties aiškinamasis sprendimas / FT2-13 ▼

Kadangi sudeginto kuro masė žymiai mažesnė už zondo masę, į zondo masės pokytį degant kurui neatsižvelgsime. Taip pat laikysime, kad kuras sudega per labai trumpą laiką. Degimo produktai – daugiaatomės dujos – iš degimo kameros plečiasi į vakuumą adiabiatiškai, atlikdamos darbą

$$A = \frac{m_k}{M} \frac{R}{\gamma - 1} T.$$

Tas darbas virsta išmestų į vakuumą dujų kinetine energija

$$E = p^2 / 2m_k,$$

čia p - dujų įgytas judesio kiekis (zondo įgyta energija yra žymiai mažesnė).

Alternatyva: Dujoms plečiantis į vakuumą kinetine energija virsta visa dujų vidinė energija:

$$E = \frac{i}{2} \frac{m_k RT}{M}.$$

Pagal judesio kiekio tvermės dėsnį zondas įgyja papildomą judesio kiekį $\vec{P} = -\vec{p}$. Zondo greičio pokytis

$$\Delta v = P / m = \frac{m_k}{m} \sqrt{\frac{2RT}{M(\gamma - 1)}}, \Delta v = 0,97 \text{ m/s}.$$

Priklausomai nuo to, kuria kryptimi zondo judėjimo atžvilgiu yra nukreipta variklio tūta, greitis gali padidėti ar sumažėti, išlikdamas tos pat krypties, arba ir pakeisti kryptį.

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

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2009 05 11.

Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT2-13 ▼

Sprendusieji dažnai netinkamai naudojo energijos tvermės dėsnį, visą dujų atiduotą energiją priskirdami zondui. Daugelis neatsižvelgė, kad greičio pokytis su pradiniu zondo greičiu turi būti sudedami vektoriškai.

Užduoties sprendimo aptarimą parengė užduoties autorius ir jos sprendimų vertintojas prof. habil. dr. Antanas Rimvidas Bandzaitis.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2009 05 11.

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT2-13 ▼

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Nustatyta, kad degimo produktai – daugiaatomės dujos – iš degimo kameros į vakuumą plečiasi adiabatiškai	1
2.	Rastas dujų atliekamas darbas $A = \frac{m_k R}{M \gamma - 1} T$	3
3.	Darbas virsta į vakuumą išmestų dujų kinetine energija $E = p^2 / 2m_k$	3
4.	Zondas įgyja papildomą judesio kiekį $\vec{P} = -\vec{p}$; apskaičiuotas zondo greičio pokytis	2
5.	Pastebėta, kad greitis gali tokiu dydžiu padidėti ar sumažėti, išlikdamas tos pat krypties, arba ir pakeisti kryptį gautą pokytį vektoriškai sudedant su zondo greičiu prieš koregavimą.	1
6.	Netikslumai (1-5)	po -0,5
7.	Sprendimas surašytas ir pateiktas ne pagal reikalavimus	-0,5
Maksimalus sprendimo įvertinimas		10

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

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2009 05 11.