

9-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
3-oji užduotis Nr. FT9-3 / 2015 08 25 – 2015 09 21

Šildosi susiglaudusios plokštelės

Sąlyga / FT9-3 ▼

Vidutinė oro temperatūra kambaryje lygi 20°C, o jame yra 3 mm storio plokštelė, kuri padėta statmenai pro kambario langą prasiskverbiantiems vidudienio saulės spinduliams. Saulės spindulių šildomos plokštelės pusės paviršiuje nusistovėjusi temperatūra lygi 25°C, o kita pusė yra tik 2°C šiltesnė nei kambarys. Taigi, tarp plokštelės paviršių yra 3°C temperatūrų skirtumas – be didelio vargo tai radome. Reikia įvertinti, koks temperatūrų skirtumas tarp tos plokštelės paviršių nusistovėtų, prie jos priglaudus dar vieną tokią pačią plokštelę.

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 nuolat skelbiamas nuo 2015 08 25.

Aiškinamasis sprendimas / FT9-3 ▼

Duota: $t_0 = 20^\circ\text{C}$; $d = 3 \text{ mm}$; $t_1 = 25^\circ\text{C}$; $\Delta t_2 = 2^\circ\text{C}$.

Rasti: $\Delta t'$.

Nusistovėjus plokštelės paviršių temperatūroms t_1 ir t_2 , ji toliau nebešyla, o iš saulės spindulių paviršiaus ploto vienetui per laiko vienetą gautas šilumos kiekis atiduodamas abipus plokštelės esančiam orui šiluminio laidumo būdu tegu tiesiai proporcingai temperatūrų skirtumui:

$$q = k(t_1 - t_0) + k(t_2 - t_0),$$

kur k – proporcingumo koeficientas (J/Kms), būdingas orui šalia plokštelės, o $t_2 - t_0 = \Delta t_2$.

Priglaudus dar vieną plokštelę

$$q = k(t'_1 - t_0) + k(t'_2 - t_0).$$

Sulyginus abiejų lygybių dešiniąsias puses gauname tokį temperatūrų sąryšį:

$$t'_1 + t'_2 = t_1 + t_0 + \Delta t_2.$$

Pro dvigubai “pastorintą” plokštelę šiluminio laidumo būdu patenka mažiau šilumos į neapšviestą pusę, todėl čia paviršiaus temperatūra yra artimesnė oro temperatūrai kambaryje, t.y. $\Delta t'_2 < \Delta t_2$. Į neapšviestą pusę šiluma patenka per plokštelę tiesiai proporcingai temperatūros gradientui joje – jos storio vienetui tenkančiam paviršių temperatūrų skirtumui:

$$k(t_2 - t_0) = k' \frac{t_1 - t_2}{d}; \quad k(t'_2 - t_0) = k' \frac{t'_1 - t'_2}{2d},$$

kur k' - proporcingumo koeficientas (J/Km²s), būdingas plokštelės medžiagai.

Padaliję vieną lygybę iš kitos eliminuojame proporcingumo koeficientus k bei k' ir gauname dar tokį temperatūrų sąryšį:

$$\frac{t'_1 - t'_2}{2(t_1 - t_0 - \Delta t_2)} = \frac{t'_2 - t_0}{\Delta t_2}.$$

Iš tų dviejų gautų temperatūrų sąryšių randame temperatūrų skirtumą plokštelėje, kuris lygus pusei temperatūrų skirtumo dviguboje plokštelėje:

$$\begin{aligned} \Delta t' &= 0,5(t'_1 - t'_2) = t'_1 - 0,5(t_1 + t_0 + \Delta t_2) = \\ &= \frac{(t_1 + t_0 + \Delta t_2)\Delta t_2 + 2(t_1 - t_0 - \Delta t_2)(t_1 + \Delta t_2)}{2(t_1 - t_0)} - 0,5(t_1 + t_0 + \Delta t_2); \\ \Delta t' &= \frac{47 \cdot 2 + 2 \cdot 3 \cdot 27}{2 \cdot 5} - 0,5 \cdot 47 = 2,1 \text{ (}^\circ\text{C)}. \end{aligned}$$

Plokštelės storis čia yra nereikalingas, kai plokštelės yra vienodo storio ir pagamintos iš tos pačios medžiagos.

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

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2020 08 25.

Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT9-3 ▼

Užduotį teisingai išsprendė du turnyro dalyviai. Trys dalyviai nepastebėjo, kad užduoties sąlygoje buvo prašoma įvertinti temperatūrų skirtumą tarp vienos plokštelės, o ne tarp dviejų suglaustų plokštelių išorinių paviršių. Dauguma įvertinimui naudojos medžiagų šiluminį laidumą, o vienas - šiluminį spinduliavimą aprašančiais sąryšiais.

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

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2020 08 25.

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT9-3 ▼

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Šilumos kiekio proporcingumo temperatūrų skirtumui įvedimas	3
2.	Paviršių temperatūrų sąryšių radimas	3
3.	Plokštelės paviršių temperatūrų skirtumo įvertinimas	4
4.	Pateikta ne pagal reikalavimus	-1
5.	Netikslumai (kiekvienam iš kriterijų Nr.1-3)	iki (-1)
Didžiausias galimas sprendimo įvertinimas		10

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelę parengė užduoties autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2020 08 25.