66-iosios Lietuvos mokinių fizikos olimpiados rajono–miesto turas (2018 m.)
9 klasė

1. Atstumas tarp dviejų miestų L = 144 km. Šį atstumą automobilis nuvažiuoja per laiką t = 2 h. Dalį kelio automobilis važiuoja asfaltuotu keliu, likusią – žvyrkeliu. Važiuojant asfaltu, automobilio greitis yra $v_1 = v_{\text{vid}} + \Delta v$, žvyrkeliu – $v_2 = v_{\text{vid}} - \Delta v$, čia v_{vid} – vidutinis automobilio greitis visame kelyje, o Δv = 10 m/s. Apskaičiuokite, kokį atstumą nuvažiuoja automobilis asfaltuotu keliu.

Sprendimas

Tegul asfaltuotu keliu automobilis važiuoja laiką t_1. Tada šios kelio dalies ilgis:

$$l = (v_{\text{vid}} + \Delta v)t_1 \ . \qquad (1) \qquad \textit{(1 taškas)}$$

Žvyrkelio ilgis:

$$L - l = (v_{\text{vid}} - \Delta v)(t - t_1)\ . \qquad (2) \qquad \textit{(2 taškai)}$$

Vidutinis judėjimo greitis visame kelyje:

$$v_{\text{vid}} = \frac{L}{t}. \qquad (3) \qquad \textit{(1 taškas)}$$

Iš (1) lygties:

$$t_1 = \frac{l}{v_{\text{vid}} + \Delta v}. \qquad (4) \qquad \textit{(1 taškas)}$$

(3) ir (4) lygtis įrašę į (2), gauname:

$$l = \frac{L + \Delta v t}{2}, \qquad \textit{(4 taškai)}$$

$$l = 108 \text{ km}. \qquad \textit{(1 taškas)}$$

2. Iš orui nelaidžios ir netąsios medžiagos pagamintas kubo formos oro balionas užpildomas karštu oru. Baliono medžiagos paviršinis masės tankis (1 m^2 ploto masė) yra m^*= 50 g/m^2, oro tankis ρ = 1,3 kg/m^3, karšto oro baliono viduje tankis ρ_1 = 1,0 kg/m^3. Koks turėjo būti minimalus baliono kraštinės ilgis *a*, kad jis galėtų pakilti? Klijų ar kitų gamybos priemonių masės nepaisykite.

Sprendimas

Balionas pakils į viršų, jei bus tenkinama sąlyga

$$F_A \geq Mg + mg \text{,} \qquad (1)$$

arba

$$Mg \leq F_A - mg \qquad (2)$$ *(2 taškai)*

čia *M* - baliono apvalkalo masė, *m* - karšto oro masė, F_A – balioną veikianti Archimedo jėga.
Atsižvelgę į tai, kad

$$F_A = \rho gV \qquad (3)$$ *(1 taškas)*

ir

$$m = \rho_1 V \text{,} \qquad (4)$$ *(1 taškas)*

čia *V* – baliono tūris, gauname

$$M \leq (\rho - \rho_1)V \text{.} \qquad (5)$$ *(1 taškas)*

Baliono apvalkalo masė

$$M = m^* S \text{,} \qquad (6)$$ *(1 taškas)*

čia m^* – baliono medžiagos ploto vieneto masė, S – baliono paviršiaus plotas.

Žinome, kad kubo tūris

$$V = a^3 \qquad (7)$$ *(1 taškas)*

ir paviršiaus plotas

$$S = 6a^2 \text{.} \qquad (8)$$ *(1 taškas)*

(6), (7), (8) įrašę į (5), išreiškiame kubo kraštinės ilgį *a:*

$$a \geq \frac{6m^*}{\rho - \rho_1} \text{.}$$ *(1 taškas)*

$$a \geq 1\text{m} \text{.}$$ *(1 taškas)*

3. Šildomi du vienodos temperatūros sumaišyti skysčiai, kurių savitosios šilumos c_1 ir c_2. Apskaičiuokite gautojo skysčio savitąją šilumą c, jei: a) buvo sumaišomos vienodos skysčių masės, b) sumaišomų skysčių masės nežinomos, tačiau žinoma, jog šildant gautąjį mišinį pusę suteikto šilumos kiekio gavo pirmasis skystis, kitą pusę – antrasis.

Sprendimas

a) Visas suteiktas šilumos kiekis Q:

$$Q = Q_1 + Q_2, \qquad (1)$$ *(1 taškas)*

čia

$$Q_1 = c_1 m_1 \Delta t, \quad Q_2 = c_2 m_2 \Delta t \qquad (2)$$ *(2 taškai)*

– atitinkamai pirmam ir antram skysčiui suteikti šilumos kiekiai
Kita vertus, visam mišiniui

$$Q = c_\mathrm{a}(m_1 + m_2)\Delta t \qquad (3)$$ *(1 taškas)*

(2) ir (3) lygtis įrašę į (1) ir atsižvelgę, kad $m_1 = m_2$, gauname:

$$c_\mathrm{a} = \frac{c_1 + c_2}{2}.$$ *(1 taškas)*

b) Šiuo atveju $Q_1 = Q_2 = \dfrac{Q}{2}$. *(1 taškas)*

$\dfrac{Q}{2} = c_1 m_1 \Delta t$, iš čia pirmojo skysčio masė: $m_1 = \dfrac{Q}{2c_1\Delta t}$. *(1 taškas)*

Analogiškai $\dfrac{Q}{2} = c_2 m_2 \Delta t$, iš čia: $m_2 = \dfrac{Q}{2c_2\Delta t}$ *(1 taškas)*

Be to, $Q = c_\mathrm{b}(m_1 + m_2)\Delta t$. *(1 taškas)*

Iš šių lygčių nesunkiai išreiškiame ieškomą mišinio savitąją šilumą:

$$c_\mathrm{b} = \frac{2c_1 c_2}{c_1 + c_2}.$$ *(1 taškas)*

4. Kalorimetre yra $m = 3$ kg $t = 0$ ºC temperatūros šlapio sniego (vandens ir ledo mišinys). Norint, kad kalorimetre nusistovėtų 0 ºC temperatūros vanduo, buvo įleista $m_1 = 330$ g, $t_1 = 100$ ºC temperatūros vandens garų. a) Kokia vandens dalis (procentais) buvo šlapiame sniege? b) Kokia nusistovės temperatūra t_x, jei į kalorimetrą papildomai įpilsime dar $V = 1$ ℓ verdančio 100 ºC temperatūros vandens?
Vandens savitoji šiluma $c = 4{,}2 \cdot 10^3$ J/(kg·ºC), vandens tankis $\rho = 10^3$ kg/m^3, vandens savitoji garavimo šiluma $L = 2{,}3 \cdot 10^6$ J/kg, ledo savitoji lydymosi šiluma $\lambda = 3{,}3 \cdot 10^5$ J/kg. Kalorimetro šiluminės talpos ir šilumos nuostolių nepaisykite.

Sprendimas

a) Tegu vandens dalis šlapiame sniege lygi x. Pagal energijos tvermės dėsnį galime parašyti:

$(1-x)m\lambda = Lm_1 + cm_1(t_1 - t)$. *(2 taškai)*

Iš čia:

$$x = 1 - \frac{m_1(L + c(t_1 - t))}{m\lambda},$$ *(2 taškai)*

$x \approx 0{,}1$ arba $x \approx 10$ %. *(1 taškas)*

b) Įpylus papildomai verdančio vandens, jis atiduos šilumą kalorimetre esančiam 0 ºC temperatūros, $m + m_1$ masės vandeniui. Todėl galime parašyti:

$c\rho V(t_1 - t_x) = c(m + m_1)(t_x - t)$. *(2 taškai)*

Iš čia:

$$t_x = \frac{\rho V t_1}{m + m_1 + \rho V}.$$ *(2 taškai)*

$t_x \approx 23{,}1$ ºC. *(1 taškas)*