

67-osios Lietuvos mokinių fizikos olimpiados rajono–miesto turas (2019 m.)
9 klasė

1. Pagaminus kubo formos aliumininę detalę, joje liko neužpildyta ertmė. Užpildžius ertmę variu, detalės masė tapo lygi m . Aliuminio tankis ρ_1 , vario – ρ_2 , detalės kraštinės ilgis a . Koks ertmės tūris? **(10 taškų)**

Sprendimas

Detalės masė lygi:

$$m = \rho_1 V_1 + \rho_2 V_2. \quad (5 \text{ taškai})$$

Čia V_1 – aliuminio tūris, V_2 – vario (ertmės) tūris.

Atsižvelgę, kad $V_1 + V_2 = V$, čia $V = a^3$, gauname: (2 taškai)

$$V_2 = \frac{m - \rho_1 a^3}{\rho_2 - \rho_1}. \quad (3 \text{ taškai})$$

2. Automobilis pirmąją pusę kelio važiuo $n = 5$ kartus didesniu greičiu nei antrąją. Vidutinis judėjimo greitis visame kelyje $v_{\text{vid}} = 20$ m/s. Kokių vidutinių greičių v'_{vid} automobilis važiuo pirmąją pusę laiko? **(10 taškų)**

Sprendimas

Pažymėkime visą nueitą kelią $2s$, visą judėjimo laiką t bei judėjimo greitį antrojeje kelio pusėje v . Tada vidutinis judėjimo greitis visame kelyje:

$$v_{\text{vid}} = \frac{2s}{t}. \quad (1) \quad (2 \text{ taškai})$$

$$\text{Čia } t = \frac{s}{nv} + \frac{s}{v}. \quad (2) \quad (2 \text{ taškai})$$

Iš (1) ir (2) lygčių gauname:

$$v = \frac{v_{\text{vid}}(n+1)}{2n}. \quad (3) \quad (2 \text{ taškai})$$

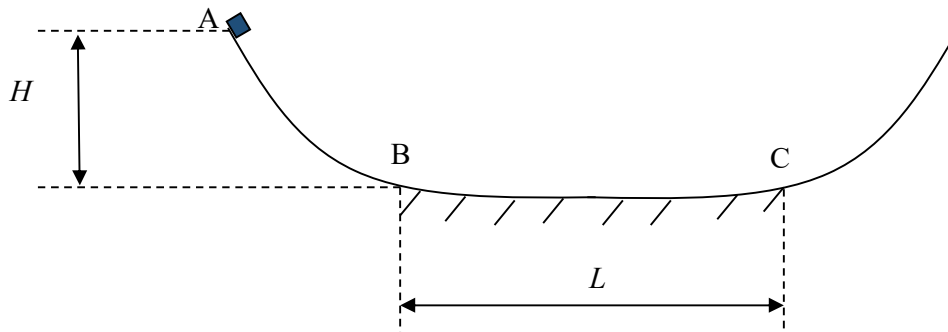
Akivaizdu, kad pirmąją kelio pusę automobilis įveikia per $1/5$ viso judėjimo laiko, todėl per pirmąją pusę laiko vidutinis greitis bus lygus:

$$v'_{\text{vid}} = \frac{2s - v \frac{t}{2}}{\frac{t}{2}}. \quad (4) \quad (2 \text{ taškai})$$

Iš (1) išreiškę s ir (3) įrašę į (4), gauname:

$$v'_{\text{vid}} = \frac{(3n-1)v_{\text{vid}}}{2n}. \quad v'_{\text{vid}} = 28 \frac{\text{m}}{\text{s}}. \quad (2 \text{ taškai})$$

3. Švininis kūnas iš aukščio $H = 10$ m be pradinio greičio slysta į duobę, kurios sienelės yra glotnios (trinties nėra) ir tolygiai pereina į horizontalų šiurkštų dugną BC (jos ilgis L). Kiekvieną kartą kūnui įveikus atstumą BC (L), greitis sumažėja po $\alpha = 25\%$. Į kokią aukštį h pakils kūnas sienoje BA, jam pirmą kartą grįžus atgal? Kiek padidėtų kūno temperatūra tame taške (aukštyje h), jeigu visi mechaninės energijos nuostoliai virstų švininio kūno vidine energija? Švino savitoji šiluma $c = 130$ J/(kg·°C). (10 taškų)



Sprendimas

Pagal energijos tvermės dėsnį, kūno greitis v taške B bus lygus:

$$mgH = \frac{mv^2}{2}, \quad v^2 = 2gH. \quad (1) \quad (1 \text{ taškas})$$

Kūno greitis taške C lygus v_c :

$$v_c = v(1 - \alpha), \quad \text{čia } \alpha = 0,25. \quad (1 \text{ taškas})$$

Kai kūnas grįš į tašką B, jo greitis v_B bus lygus:

$$v_B = v_c(1 - \alpha) = v(1 - \alpha)^2. \quad (1 \text{ taškas})$$

Todėl kūno kinetinė energija taške B :

$$E_{kB} = \frac{mv^2(1 - \alpha)^4}{2}. \quad (1 \text{ taškas})$$

Pasinaudojame energijos tvermės dėsnium:

$$\frac{mv^2(1 - \alpha)^4}{2} = mgh. \quad (1 \text{ taškas})$$

Iš čia, atsižvelgę į (1) lygtį, gauname:

$$h = H(1 - \alpha)^4. \quad h \approx 3 \text{ m}. \quad (2 \text{ taškai})$$

Kadangi visi mechaninės energijos nuostoliai virsta vidine švininio kūno energija, galime parašyti:

$$\Delta E_p = Q.$$

Arba

$$mg(H - h) = cm\Delta t. \quad (2 \text{ taškai})$$

Iš čia

$$\Delta t = \frac{g(H - h)}{c}, \quad \Delta t \approx 0,5 \text{ }^\circ\text{C}. \quad (1 \text{ taškas})$$

4. Kalorimetre yra lygios vandens ir ledo masės, kurių temperatūra $t_0 = 0\text{ }^\circ\text{C}$. Į kalorimetrą papildomai įleidžiama $t_1 = 100\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūros vandens garų, kurių masė lygi ketvirtadaliui kalorimetre buvusio vandens masės. Kokia temperatūra t nusistovės kalorimetre? Vandens savitoji šiluma $c = 4200\text{ J/(kg}\cdot^\circ\text{C)}$, ledo savitoji lydymosi šiluma $\lambda = 3,3\cdot 10^5\text{ J/kg}$, vandens savitoji garavimo šiluma $L = 2,3\cdot 10^6\text{ J/kg}$. Kalorimetro šiluminės talpos ir šilumos nuostolių nepaisykite. (10 taškų)

Sprendimas

Tegul kalorimetre esančio vandens masė lygi m . Pagal energijos tvermės dėsnį:

$$L\frac{m}{4} + c\frac{m}{4}(t_1 - t) = \lambda m + 2cm(t - t_0). \quad (5 \text{ taškai})$$

Iš čia (atsižvelgus, kad $t_0 = 0\text{ }^\circ\text{C}$):

$$t = \frac{L + ct_1 - 4\lambda}{9c}. \quad (3 \text{ taškai})$$

$$t = 37\text{ }^\circ\text{C}. \quad (2 \text{ taškai})$$

5. Inde yra $t = 0\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūros vanduo, kurio paviršiuje plūduriuoja $M = 1\text{ kg}$ masės tokios pačios temperatūros ledo gabalas. Ant jo uždedama $t = 0\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūros švininė plokštelė. Į indą įpilama $m_1 = 0,3\text{ kg}$ masės $t_1 = 50\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūros vandens. Nusistovėjus šiluminei pusiausvyrai, temperatūra inde nepakinta, o ledas su švinine plokšte visiškai panyra po vandeniu. Kokia švininės plokštelės masė m ? Vandens savitoji šiluma $c = 4200\text{ J/(kg}\cdot^\circ\text{C)}$, ledo savitoji lydymosi šiluma $\lambda = 3,3\cdot 10^5\text{ J/(kg}\cdot^\circ\text{C)}$, vandens tankis $\rho_v = 1000\text{ kg/m}^3$, švino tankis $\rho_s = 11300\text{ kg/m}^3$, ledo tankis $\rho_l = 900\text{ kg/m}^3$. Šilumos nuostolių nepaisykite. (10 taškų)

Sprendimas

Ledas su švinine plokšte panirs po vandeniu, kai išsilydys ledo masė

$$\Delta M = M - M_1, \text{ čia } M_1 - \text{likusio ledo masė.} \quad (1 \text{ taškas})$$

Šilumos kiekis, reikalingas ledui išlydyti:

$$Q = \lambda(M - M_1). \quad (1) \quad (1 \text{ taškas})$$

Šis šilumos kiekis gaunamas iš karšto vandens:

$$Q = cm_1(t_1 - t). \quad (2) \quad (1 \text{ taškas})$$

Iš (1) ir (2) lygčių:

$$\lambda(M - M_1) = cm_1(t_1 - t). \quad (3) \quad (1 \text{ taškas})$$

Kai ledas su plokšte visiškai panyra po vandeniu, bus pildoma sąlyga:

$$mg + M_1g = \rho_v(V_1 + V_s)g. \quad (4) \quad (2 \text{ taškai})$$

Čia $V_1 = \frac{M_1}{\rho_l}$ - likusio ledo tūris, o $V_s = \frac{m}{\rho_s}$ - švininės plokštelės tūris.

$$\text{Tada } m + M_1 = \rho_v \left(\frac{M_1}{\rho_l} + \frac{m}{\rho_s} \right). \quad (5) \quad (1 \text{ taškas})$$

Iš (3) ir (4) lygčių gauname

$$m = \frac{(\lambda M - cm_1)(t_1 - t)(\rho_v - \rho_l)\rho_s}{\lambda\rho_l(\rho_s - \rho_v)}. \quad (2 \text{ taškai})$$

$$m = 0,1\text{ kg}. \quad (1 \text{ taškas})$$