XXIX prof. K. Baršausko fizikos konkursas

Kaunas, 2025-03-01

9 klasė (25 balai)

1. Uždavinys
Kartais žmonės gali išgyventi krisdami iš didelio atstumo, jei paviršius, ant kurio jie nusileidžia, yra pakankamai minkštas. Keliaudamas per liūdnai pagarsėjusį Eigerio kalną Nordvand, alpinistas Carlosas Ragone atsikabinus nuo laikiklio nukrito 152,50 m žemyn, kol nusileido ant sniego. Nuostabu, kad jis patyrė tik kelias mėlynes ir išsinarino petį. Darant prielaidą, kad po smūgio sniege liko 1,22 m gylio duobė, apskaičiuokite jo vidutinį pagreitį, kai jis lėtėjo iki sustojimo (t. y. kai jis atsitrenkė į sniegą). **(4 balai)**

Sprendimas.
Nesant oro pasipriešinimo, Carloso pagreitis yra pastovus. Kadangi visas judėjimas vyksta žemyn, naudokime koordinačių sistemą, kurioje žemyn yra teigiama kryptis, o pradžia yra taške, kuriame prasidėjo kritimas.

Naudodami pastovaus pagreičio lygtį, susiekite Carloso galutinį greitį v_2 su jo greičiu v_1 prieš pat smūgį, stabdymo pagreičiu a_s po smūgio ir stabdymo keliu Δy:

$$v_2^2 = v_1^2 + 2a_s \cdot \Delta y \;\rightarrow\; a_s = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \cdot \Delta y}.$$

Kadangi $v_2 = 0$,

$$a_s = -\frac{v_1^2}{2 \cdot \Delta y}, \tag{1}$$

Naudodami pastovaus pagreičio lygtį, susiekime Karloso greitį prieš pat smūgį su jo pagreičiu a_l laisvojo kritimo metu ir atstumu, kurį jis nukrito h:

$$v_1^2 = v_0^2 + 2 \cdot a_l \cdot h \,.$$

Kadangi $v_0 = 0$ *bei* $a_l = g$:

$$v_1^2 = 2 \cdot g \cdot h \,.$$

Įstačius gautą v_1^2 į (1) lygtį, gaunama:

$$a_s = -\frac{2 \cdot g \cdot h}{2 \cdot \Delta y}.$$

Įstačius duotas skaitines vertes ir gauname a_s:

$$a_s = -\frac{2 \cdot \left(9{,}81 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\right) \cdot 152{,}50\ \mathrm{m}}{2 \cdot (1{,}22\ \mathrm{m})} = -1{,}23 \cdot 10^3\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\,.$$

2. Uždavinys

Elevatoriaus laipteliai juda u = 1 m/s greičiu į viršų. Žmogus gali eiti greičiu v laiptų atžvilgiu. Jei lipa viršun, žmogus suskaičiuoja n_1 = 10 laiptelių kol įveikią visa atstumą. Jei lipa žemyn („prieš eismą“) – n_2 = 30. Raskite žmogaus judėjimo greitį v. **(5 balai)**

Sprendimas.

Tegul elevatoriaus ilgis L. Kildamas viršun žmogus užtruks laiką t_1, apačion t_2.

$L = (v+u)t_1$

$L = (v-u)t_2$

$(v-u)t_2 = (v+u)t_1$

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{v-u}{v+u}$$

Elevatoriaus atžvilgiu žmogus juda tuo pačiu greičiu, tad laiptelių skaičius proporcingas praleistam laikui ant elevatoriaus. (Sakykime laiptelio ilgis d)

$n_1 d = vt_1$

$n_2 d = vt_2$

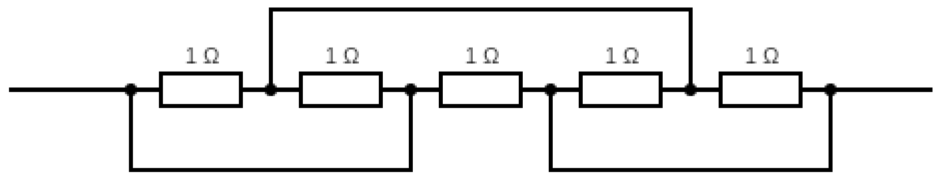
$n_1 t_2 = n_2 t_1$

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$v = u\frac{n_2 + n_1}{n_2 - n_1} = 2\ m/s$$

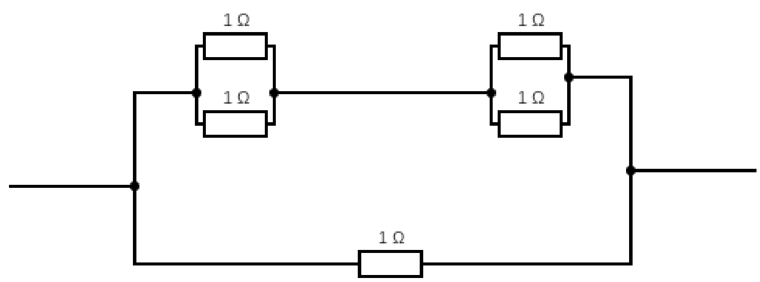
3. Uždavinys

Nustatykite bendrą šios grandinės, sujungtos kaip paveiksle, varžą. **(3 balai)**



<u>Sprendimas.</u>

Schemą galima perbraižyti kaip parodyta:



$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{1}{1} + \frac{1}{1} = 2;$

$R_1 = 0{,}5\ \Omega$;

$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{1}{1} + \frac{1}{1} = 2;$

$R_2 = 0{,}5\ \Omega$;

$R_3 = R_1 + R_2 = 0{,}5 + 0{,}5 = 1\ \Omega$;

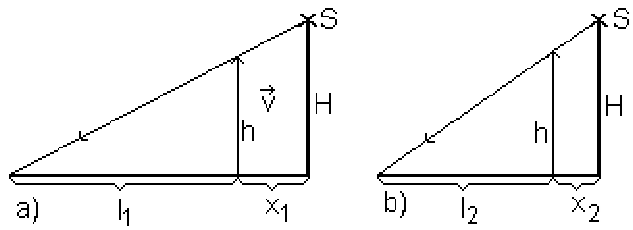
$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R} = \frac{1}{1} + \frac{1}{1} = 2$;

$R_{tot} = 0{,}5\ \Omega$;

4. Uždavinys

Žmogus, kurio ūgis 1,7 m, eina 1 m/s greičiu gatvės žibinto link. Vienu laiko momentu žmogaus šešėlio ilgis 1,8 m, o po 2 s - 1,3 m. Kokio aukščio gatvės žibintas? **(5 balai)**

<u>Sprendimas.</u>



Paveiksle a - pirminė žmogaus padėtis. S - žibintas, H - žibinto aukštis, h - žmogaus ūgis, l - šešėlio ilgis, x- atstumas tarp žmogaus ir žibinto. Iš šio paveikslo matome, kad:

$$\frac{l_1+x_1}{H}=\frac{l_1}{h}; \qquad (1)$$

Iš čia:

$$x_1=l_1\left(\frac{H}{h}-1\right); \qquad (2)$$

analogiškai užrašome ir b paveikslui:

$$\frac{l_2+x_2}{H}=\frac{l_2}{h}; \qquad (3)$$

Iš čia:

$$x_2=l_2\left(\frac{H}{h}-1\right); \qquad (4)$$

Kadangi žmogaus nueitas atstumas: $x_1 = x_2 + v\cdot t$. (5)

(2) ir (3) įrašome į (5) ir gauname:

$$H=h\left(\frac{v\cdot t}{l_1-l_2}+1\right)=1{,}7\left(\frac{1\cdot 2}{1{,}8-1{,}3}+1\right)=8{,}5m.$$

5. Uždavinys
Nuo šelfinio ledyno Roso jūroje atskilo stačiakampis ledkalnis, kurio ilgis 160 km, plotis 40 km. Ledkalnio storis 250 m.

a) Kokia ledkalnio masė?
b) Kokį šilumos kiekį reikia suteikti, kad ledkalnis ištirptų?
c) Per kiek metų ledkalnis ištirps nuo saulės šviesos?

Ledas sugeria 100 $\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2}$; tankis $\rho = 917\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$; savitoji lydymosi šiluma $\lambda = 334000\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}}$. **(4 balai)**

<u>Sprendimas.</u>
Ledkalnio masė:

$$m = \rho V = 917 \cdot 160000 \cdot 40000 \cdot 250 = 1{,}467 \times 10^{15}\ (\mathrm{kg})$$

Kad ledkalnis ištirptų, reikia suteikti šilumos kiekį

$$Q = \lambda m = 334000 \cdot 1{,}467 \cdot 10^{15} = 4{,}90 \cdot 10^{20}\ (\mathrm{J})$$

Saulės spinduliavimo galia:

$$P = \frac{Q}{t}$$

Šią galią sugeria nagrinėjamo ledkalnio paviršius

$$P = 100\ \frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2} \cdot (160000 \cdot 40000)\ \mathrm{m}^2 = 6{,}40 \cdot 10^{11}\ \mathrm{W}$$

Laikas, reikalingas ledkalniui ištirpdyti, lygus

$$t = \frac{Q}{P} = \frac{4{,}90 \cdot 10^{20}}{6{,}40 \cdot 10^{11}} = 7{,}657 \cdot 10^{8}\ (\mathrm{s})$$

Besikeičiantys metų laikai įtakos ieškomai laiko trukmei neturi, nes ledkalnio paviršius yra apšviečiamas vidutiniškai 12 valandų per parą, t.y. $12 * 60 * 60 = 43200\ (\mathrm{s})$. Kadangi metuose yra 365 dienos, ledkalnis ištirps per

$$N = \frac{t}{365 \cdot 43200} = 48{,}56\ (\text{metus})$$

Atsakymas: 48,56 metus

6. Uždavinys

Išgręžus kelias skyles *V* tūrio plokštelėje, jos masė bus lygi m_1. Jei skylių skaičius bus padidintas 3 kartus, plokštelės masė bus lygi m_2. Raskite plokštelės tankį ρ. *Pastaba*: Visos skylės yra kiauros, vienodo skersmens ir yra išgręžtos statmenai plokštelės plokštumai. **(4 balai)**

<u>Sprendimas.</u>

Išgręžus kelias skyles *V* tūrio plokštelėje jos masė bus:

$$m_1 = m - m_{sk1} = \rho V - \rho V_{sk1} \quad (1)$$

čia m yra pradinė plokštelės masė, m_{sk1} ir V_{sk1} yra išgręžtos medžiagos masė bei skylių bendras tūris.

Skylių skaičių padidinus 3 kartus, bendras skylių tūris padidės 3 kartus ir plokštelės masė bus:

$$m_2 = m - m_{sk2} = \rho V - \rho \cdot 3V_{sk1} \quad (2)$$

Išsprendus (1)-(2) lygčių sistemą, gauname plokštelės tankį:

$$3m_1 = \rho(3V - 3V_{sk1}) \quad (3)$$

$$m_2 = \rho(V - 3V_{sk1}) \quad (4)$$

$$3m_1 - m_2 = \rho(3V - 3V_{sk1} - V + 3V_{sk1}) \quad (5)$$

$$\rho = \frac{3m_1 - m_2}{2V} \quad (6)$$

Ats.: $\rho = \frac{3m_1 - m_2}{2V}$