XXVII prof. K. Baršausko fizikos konkursas

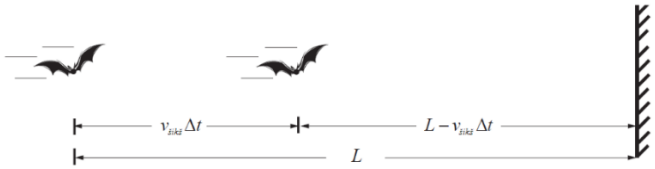
Kaunas, 2023-03-04

8 klasė (25 balai)

1. **Šikšnosparniai echolokaciją naudoja atstumui iki objektų nustatyti, kurių tamsoje negali lengvai įžiūrėti. Atstumui įvertinti šikšnosparnis paskleidžia ultragarso impulsą („cypteli“) ir po kurio laiko registruoja („išgirsta“) signalo aidą nuo kliūties.**
   Tarkime, kad šikšnosparnis, skrendantis pastoviu 19,5 m/s greičiu tiesia linija vertikalios urvo sienos link, tam tikru laiko momentu „cypteli“ vieną kartą ir po 0,15 s „išgirsta“ aidą.
   Apskaičiuokite, kokiu atstumu nuo urvo sienos buvo šikšnosparnis , kai išgirdo aidą, jei jis ir toliau (po „cyptelėjimo“) skrido pradiniu greičiu? Pastaba: laikykite, kad garso greitis yra lygus 343 m/s. (5 balai)

Sprendimas.

Šikšnosparnio skleidžiamas garsas sklinda v_{garso} greičiu. Per laiko intervalą Δt, per kurį garsas nukeliauja iki sienos (atstumu L nuo pradinės šikšnosparnio padėties) ir atgal iki šikšnosparnio, šikšnosparnis nukeliauja atstumą $\Delta x_{šikš} = v_{šikš}\Delta t$ ($v_{šikš}$ yra šikšnosparnio skridimo greitis).



Šikšnosparnio atstumas nuo urvo sienos, kai jis išgirsta cyptelėjimo“ aidą: $\Delta x_{nuo\ sienos} = L - v_{šikš}\Delta t$

Laikas nuo šikšnosparnio „cyptelėjimo“ iki garso išgirdimo yra: $\Delta t = \Delta t_{iki\ sienos} + \Delta t_{atgal_iki_šikšnosparnio}$

Laiką galima išsireikšti ir taip:

$$\Delta t = \frac{L}{v_{garso}} + \frac{L - v_{šikš}\Delta t}{v_{garso}}$$

Išsireiškus atstumą L, gauname, kad:

$$L = \frac{1}{2}\left(v_{garso} + v_{šikš}\right)\Delta t$$

Tuomet šikšnosparnio atstumas nuo urvo sienos, kai jis išgirsta ,cyptelėjimo“ aidą, yra lygus:

$$\Delta x_{nuo\ sienos} = \frac{1}{2}\left(v_{garso} + v_{šikš}\right)\Delta t - v_{šikš}\Delta t = \frac{1}{2}\left(v_{garso} - v_{šikš}\right)\Delta t =$$
$$= \frac{1}{2}(343\ \mathrm{m/s} - 19{,}5\ \mathrm{m/s})(0{,}15\ \mathrm{s}) \cong 24\ \mathrm{m}$$

Atsakymas. $\Delta x_{nuo\ sienos} \cong 24$ m

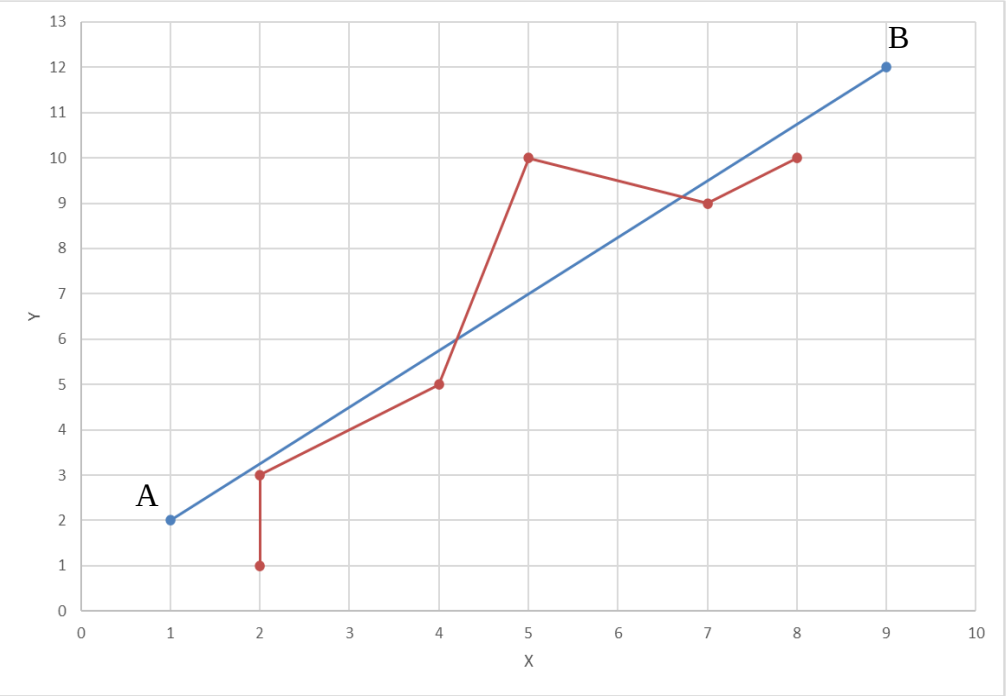
2. Materialus taškas juda tiesiomis atkarpomis per šias koordinates:

1	2	3	4	5	6
(2;1)	(2;3)	(4;5)	(5;10)	(7;9)	(8;10)

Kiek kartų ši judėjimo trajektorija kerta atkarpą, nubrėžtą tarp taškų A ir B, kurių koordinatės yra A (1;2) ir B (9;12)? (3 balai)

Sprendimas.

Koordinačių sistemoje nubraižome atkarpą AB ir trajektoriją.



Atsakymas. 2 kartus

3. **134 kW galingumo 1,232 tonos sveriantis elektrinis automobilis iš vietos įsibėgėja iki 100 km/h greičio.**
   1. **Apskaičiuokite atomobilio pagreitį įsibėgėjimo metu.**
   2. **Kiek kilogramų lengvesnis turėtų būti automobilis, kad įsibėgėtų tokiu pačiu pagreičiu, esant mažesnio, 88 kW, galingumo varikliui?** (4 balai)

Sprendimas.

1. Vidutinis greitis apskaičiuojamas:

$$v_{vid} = \frac{v_0 - v}{2} = \frac{100\,\frac{\text{km}}{\text{h}} - 0\,\frac{\text{km}}{\text{h}}}{2} = 50\ \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{50 \cdot 1000}{3600}\ \frac{\text{m}}{\text{s}} = 13{,}89\ \text{m/s}$$

   Žinodami vidutinį greitį, apskaičiuojame jėgą ir pagreitį:

$$F_1 = \frac{P_1}{v_{vid}} = \frac{134 \cdot 10^3\ \text{W}}{13{,}89\ \text{m/s}} = 9{,}647\ \text{kN}$$

$$a = \frac{F}{m_1} = \frac{9{,}647\ \cdot 10^3\ \text{N}}{1232\ \text{kg}} = 7{,}83\ \text{m/s}^2$$

2. Jėga, esant mažesnio galingumo varikliui, yra lygi:

$$F_2 = \frac{P_2}{v_{vid}} = \frac{88 \cdot 10^3\ \text{W}}{13{,}89\ \text{m/s}} = 6{,}336\ \text{kN}$$

   Tuomet m_2:

$$m_2 = m_1 - \frac{F_2}{a} = 1232\ \text{kg} - \frac{6{,}336 \cdot 10^3\ \text{N}}{7{,}83\ \text{m/s}^2} = 422{,}8\ \text{kg}$$

Atsakymas. 1. a = 7,83 m/s^2; 2. m_2 = 422,8 kg

4. **650 kg masės liftas pradeda judėti iš rimties būsenos ir, kylant pastoviu pagreičiu, per 3 s pasiekia savo darbinį pastovų 1,75 m/s greitį.**
   1. **Kokia vidutinė elektros variklio galia yra naudojama iki liftui pasiekiant darbinį greitį?**
   2. **Apskaičiuokite variklio galią liftui kylant pastoviu greičiu.** (6 balai)

Sprendimas.

1. Per pirmas 3 sekundes lifto pagreitis yra $a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{1{,}75\,\text{m/s} - 0}{3\,\text{s}} = 0{,}583\,\text{m/s}^2$. Kylantį liftą taip pat veikia sunkio jėga.

   Liftą veikiančių jėgų atstojamoji yra $F = F_{\text{variklio}} - mg = ma$. Iš čia galima išsireikšti elektrinio variklio jėgą:

   $$F_{\text{variklio}} = m(a + g) = 650\,\text{kg}\left(0{,}583\,\text{m/s}^2 + 9{,}80\,\text{m/s}^2\right) = 6{,}75 \times 10^3\ \text{N}$$

   Vidutinis lifto greitis šiame kilimo etape yra $v_{vid} = \frac{v_0 + v}{2} = \frac{0 + 1{,}75\,\text{m/s}}{2} = 0{,}875\,\text{m/s}$, taigi, vidutinė elektros variklio galia yra:

   $$P = F_{\text{variklio}} \cdot v_{vid} = \left(6{,}75 \times 10^3\ \text{N}\right)\left(0{,}875\,\text{m/s}\right) = 5{,}91 \times 10^3\ \text{W}$$

2. Liftui kylant pastoviu 1,75 m/s greičiu, liftą veikianti elektros variklio jėga yra lygi $F_{\text{variklio}} = mg$. Tada elektros variklio galia yra

   $$P = (mg) \cdot v_{vid} = \left(650\,\text{kg} \cdot 9{,}80\,\text{m/s}^2\right)\left(1{,}75\,\text{m/s}\right) = 1{,}11 \times 10^4\ \text{W}$$

Atsakymas. 1. $P = 5{,}91 \times 10^3\ \text{W}$; 2. $P = 1{,}11 \times 10^4\ \text{W}$

5. **Mėgintuvėlis yra sklidinai pripildytas vandens. Mėgintuvėlio ir vandens bendra masė yra 25 g. Į mėgintuvėlį įdedamas 5 g metalo gabalėlis. Kartu su juo mėgintuvėlio masė 28,9 g. Koks į mėgintuvėlį įdėto metalo tankis [g/cm^3]? Laikykime, kad vandens tankis yra ρ_v = 1000 kg/m^3** (3 balai)

Sprendimas.

Išstumto vandens masė:

$$m_v = m_{metalo} + m_{ėgintuvėlio1} + m_{ėgintuvėlio2} = 5\text{ g} + 25\text{ g} - 28{,}9\text{ g} = 1{,}1\text{ g}$$

Išstumto vandens tūris, kuris lygus metalo gabalėlio tūriui:

$$V_{metalo} = \frac{m_v}{\rho_v} = \frac{1{,}1\text{ g}}{1\text{ g/cm}^3} = 1{,}1\text{ cm}^3$$

Metalo tankis:

$$\rho_{metalo} = \frac{m_{metalo}}{V_{metalo}} = \frac{5\text{ g}}{1{,}1\text{ cm}^3} = 4{,}55\text{ g/cm}^3$$

Atsakymas. ρ_{metalo}= 4,55 g/cm^3

6. **Žemė padengta 70 cm storio sniego, kuris yra sudarytas iš oro ir ledo kristalų, sluoksniu. Sniego slėgis į žemę (nevertinant atmosferinio slėgio) lygus 630 Pa. Nustatykite, kiek procentų sniego tūrio sudaro ledas, o kiek procentų - oras. Ledo tankis yra 0,9 g/cm^3. Laisvojo kritimo pagreitį laikykite lygiu 10 m/s^2.** (4 balai)

Sprendimas.

Tegul *x* yra sniego tūrio dalis, kurią užima ledas, *S* – plotas, kurį spaudžia sniegas.

Tuomet sniego, kurio masė: $m = \rho_{ledo} \cdot S \cdot h \cdot x$

slėgis į žemės paviršių yra :

$$p = \frac{mg}{S}$$

Įstačius masės išraišką į slėgio formulę, gauname, kad slėgis yra lygus:

$$p = \rho_{ledo} \cdot g \cdot h \cdot x$$

Iš čia galima išsireikšti sniego tūrio dalį, kurią užima ledas:

$$x = \frac{p}{\rho_{ledo} gh} = \frac{630\text{ Pa}}{900\ kg/\text{m}^3 \cdot 10\text{ m/s}^2 \cdot 0{,}70\text{ m}} = 0{,}1$$

Taigi sniego tūrio dalis, kurią užima ledas, procentais yra lygi 10 proc., tokiu atveju oras – 90 proc.

Atsakymas. Ledas - 10 proc.; oras – 90 proc.