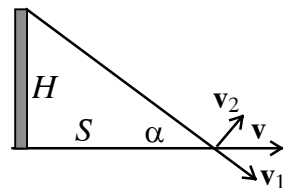


LIETUVOS MOKINIŲ XI FIZIKOS ČEMPIONATAS
1999 12 04

1. Žmogus 4 km/h greičiu tolsta nuo 60 m aukščio bokšto papėdės. Koku greičiu jis tolsta nuo bokšto viršūnės, būdamas 80 m atstumu nuo bokšto papėdės?

Žmogaus judėjimo greitį v išskaidome į dedamąsias: v_1 , lygiagrečią kryptčiai į bokšto viršūnę, ir v_2 , statmeną tai kryptčiai. Ieškomasis greitis ir yra v_1 .

$$v_1 = v \cos \alpha = \frac{vS}{\sqrt{S^2 + H^2}}, \quad v_1 = 3,2 \text{ km/h.}$$



2. Į indą su gyvsidabriu įpilta vandens. Tų skysčių riboje plaukioja granito gabalėlis. Vanduo visiškai apsemia granitą. Granito tankis 2600 kg/m^3 , gyvsidabrio - 13600 kg/m^3 , vandens - 1000 kg/m^3 . Kokia granito dalis panirusi gyvsidabryje?

Pažymime granito tankį ρ , jo tūrį V , gyvsidabryje panirusios dalies tūrį V_1 , gyvsidabrio tankį ρ_1 , vandens tankį ρ_2 . Granitas plaukioja skysčių riboje, todėl

$$m g = F_{A1} + F_{A2}.$$

Čia $m g = \rho V g$ – granitą veikianti sunkio jėga, $F_{A1} = \rho_1 V_1 g$ – gyvsidabryje esančią granito dalį veikianti Archimedo jėga, $F_{A2} = \rho_2 (V - V_1) g$ – vandenyje esančią granito dalį veikianti Archimedo jėga. Įrašę jėgų išraiškas, gauname

$$\frac{V_1}{V} = \frac{\rho - \rho_2}{\rho_1 - \rho_2}, \quad \frac{V_1}{V} = 0,13.$$

3. Strėlė paleidžiama iš lanko stačiai aukštyn 30 m/s greičiu. Kokiame aukštyje strėlės kinetinė energija bus lygi jos potencinei energijai?

Tegu strėlės potencinė energija lygi kinetinei energijai aukštyje h . Kadangi visa strėlės energija lygi kinetinės ir potencinės energijos sumai ir $E_{kin.} = E_{pot.}$, gauname:

$$E = E_{kin.} + E_{pot.} = 2 E_{pot.} = 2mgh.$$

Pagal energijos tvermės dėsnį ši energija lygi strėlės pradinei kinetinei energijai:

$$E = mv_0^2 / 2 = 2mgh, \quad h = v_0^2 / 4g, \quad h = 22,9 \text{ m.}$$

4. Krosnyje, kuri per laiko vienetą išskiria pastovų šilumos kiekį, kaitinamas alavas. Per pirmąsias 10 min alavo temperatūra pakilo nuo $20 \text{ }^\circ\text{C}$ iki $70 \text{ }^\circ\text{C}$. Per kitas 83 minutes visas alavas išsilydė. Alavo lydymosi temperatūra $232 \text{ }^\circ\text{C}$, savitoji lydymosi šiluma 60 kJ/kg . Raskite alavo savitąją šilumą. Šilumos nuostolių nepaisykite.

Pažymime alavo masę m , jo savitąją šilumą c , savitąją lydymosi šilumą λ , lydymosi temperatūrą t_l , pradinę temperatūrą t_1 , pirmąjį laiko intervalą τ_1 , temperatūrą to intervalo gale t_2 , antrąjį laiko intervalą τ_2 , per laiko vienetą krosnies išskiriamą šilumos kiekį q . Šilumos kiekis, išsiskykęs per pirmąjį laiko intervalą τ_1 lygus:

$$mc (t_2 - t_1) = q \tau_1,$$

per antrąjį laiko intervalą τ_2 lygus:

$$mc (t_l - t_2) + \lambda m = q \tau_2.$$

Iš pateiktų lygybių gauname:

$$c = \frac{\lambda \tau_1}{(t_2 - t_1)\tau_2 - (t_l - t_2)\tau_1}, \quad c = 237 \text{ J/kg} \cdot \text{K.}$$

5. Vertikaliame cilindre atviru viršutiniu galu yra dujos ir du vienodi stūmokliai. Esant pusiausvyrai tarp apatinio stūmoklio ir cilindro dugno ir tarp stūmoklių yra 10 cm atstumas, o dujų slėgis tarp stūmoklių yra dvigubai didesnis už išorinį slėgį. Viršutinis stūmoklis paspaudžiamas taip, kad pasislinktų į ankstesnę apatinio stūmoklio vietą. Koks tada bus atstumas nuo apatinio stūmoklio iki cilindro dugno? Temperatūra proceso metu nekinta.

Tarp stūmoklių slėgis didesnis už išorinį dėl stūmoklio sunkio, t.y., stūmoklio sunkis sukelia tokį pat slėgį, koks yra išorinis slėgis p : tarp stūmoklių slėgis $2p$, po apatinio stūmokliu slėgis $3p$. Pažymime cilindro skerspjūvio plotą S , pradinį atstumą tarp stūmoklių ir tarp apatinio stūmoklio ir cilindro dugno h , ieškomąjį atstumą tarp apatinio stūmoklio ir cilindro dugno viršutinį stūmoklį paspaudus h' , papildomą slėgį, susidariusį viršutinį stūmoklį paspaudus p' . Iš Boilio ir Marioto dėsnio gauname

$$2phS = (2p + p')(h - h')S,$$

$$3phS = (3p + p')h'S.$$

Iš pateiktų lygčių eliminuojame S , p ir p' . Gauname:

$$h'^2 - 6hh' + 3h^2 = 0,$$

$$h' = (3 \pm \sqrt{6})h, \quad h'_1 = 54,5 \text{ cm}, \quad h'_2 = 5,5 \text{ cm}.$$

Pirmas sprendinys netinka, nes tada $h' > h$. Taigi, $h' = 5,5 \text{ cm}$.

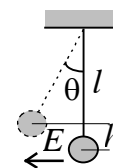
6. Ant lengvo nelaidaus ilgio l siūlo kabo masės m ir krūvio q rutuliukas. Laikui t įjungiamas stiprio E horizontalus elektrinis laukas. Kokių didžiausių kampų siūlas atsilenks nuo vertikalės? Laikome, kad per laiką t rutuliukas nepajuda.

Sutinkamai su antruoju Niutono dėsnio

$$mv = qE\tau.$$

Čia v – rutuliuko įgytas greitis. Iš energijos tvermės dėsnio gauname:

$$\frac{mv^2}{2} = mgh = mgl(1 - \cos \theta), \quad \theta = \arccos\left(1 - \frac{q^2 \tau^2 E^2}{2glm^2}\right).$$



7. Metalinė plokštelė, kurios masė 20 g, o plotas 100 cm², horizontaliai pakabinta ant izoliuotos spyruoklės ir prilaikoma virš kitos tokios pat plokštelės, įtvirtintos horizontaliai. Apatinei plokštei suteikiamas elektros krūvis. Viršutinę plokštelę paleidus ji leidžiasi žemyn, paliečia apatinę plokštelę ir tada pakyla aukštyr tiek, kad pakabinimo spyruoklė lieka nedeformuota. Kokio didumo krūvis buvo suteiktas apatinei plokštei? $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$.

Ieškomąjį krūvį pažymime q . Kadangi plokštelės vienodos ir vienodai orientuotos, joms susilietus elektros krūvis tolygiai pasiskirsto abiejų plokštelių paviršiuose, jo paviršinis tankis (laikome, kad plokštelės plonos)

$$\sigma = \frac{q}{2S}.$$

Apatinė plokštelė sukuria elektrinį lauką, kurio stipris

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{q}{4\epsilon_0 S}.$$

Toks laukas viršutinę plokštelę veikia jėga

$$F = E \frac{q}{2} = \frac{q^2}{8\epsilon_0 S},$$

nukreipta vertikaliai aukštyr. Kai spyruoklė nedeformuota, elektrostatinės sąveikos jėgą atsveria plokštelės sunkio jėga. Gauname:

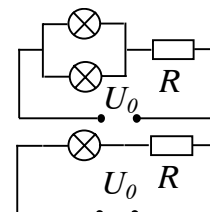
$$mg = \frac{q^2}{8\epsilon_0 S}, \quad q = \sqrt{8\epsilon_0 mgS}, \quad q = 3,7 \cdot 10^{-7} \text{ C.}$$

8. Dvi 60 W galios ir 110 V nominalios įtampos elektros lemputės sujungtos lygiagrečiai. Nuosekliai joms prijungta tokia varža, kad grandinę įjungus į 220 V įtampos tinklą lemputės šviestų normaliai. Kaip pakis elektros srovės stipris vienoje iš lempučių, jei antroji lemputė perdegs?

Lempučių jungimas pateiktas paveiksle. Apskaičiuavę lemputės varžą $r = U^2 / P$, $r = 202 \Omega$ ir pastebėję, kad $U = U_0/2$, gauname $R = r/2$. Kai viena lemputė perdega, susidaro paprastesnė grandinė, iš kurios pagal Omo dėsnį apskaičiuojame ieškomąjį srovės stiprį:

$$I = U_0 / (r + R), \quad I = 0,73 \text{ A.}$$

Nominalus srovės stipris $I = P/U$, $I = 0,55 \text{ A}$, t.y., srovės stipris padidėja.



9. Mikroampermetro, kurio maksimalus leistinas srovės stipris $100 \mu\text{A}$, ritelė patalpinta tarp pastovaus magneto polių, jos padėtis fiksuojama spyruokle. Laikui bėgant mikroampermetro magnetas iš dalies išsimagnetino, jo magnetinė indukcija sumažėjo 5 %, o spyruoklės standumas sumažėjo 12 %. Koks srovės stipris atitinka $100 \mu\text{A}$ padalą?

Mikroampermetro ritele tekant srovei atsiranda jėgos momentas

$$M_{magnet} = ABI,$$

čia B – magneto magnetinė indukcija, I – ritele tekančios srovės stipris, A proporcingumo koeficientas. Tą jėgos momentą atsveria užsuktos spyruoklės mechaninis momentas

$$M_{mech} = k\varphi,$$

čia k – spyruoklės standumo koeficientas, φ – ritelės pasukimo kampas. Srovės stipris nustatomas iš išraiškos

$$I = \frac{k\varphi}{AB}.$$

Pakitus prietaiso parametrams tam pačiam posūkio kampui atitiks srovės stipris

$$I' = \frac{k'\varphi}{AB'} = \frac{0,88k\varphi}{0,95AB} = 0,93I, \quad I' = 93 \mu\text{A}.$$

10. Dviejų plokščiųjų veidrodžių plokštumos sudaro kampą α . Materialusis taškas, esantis tarp veidrodžių, greičiu v juda link veidrodžių plokštumų susikirtimo tiesės. Kokių greičių vienas kito atžvilgiu juda to taško atvaizdai veidrodžiuose?

Tegu pradinio momentu materialiojo taško padėtis yra A , o po laiko t – B . A_1, A_2, B_1, B_2 – taško atvaizdai veidrodžiuose. Ieškomasis greitis

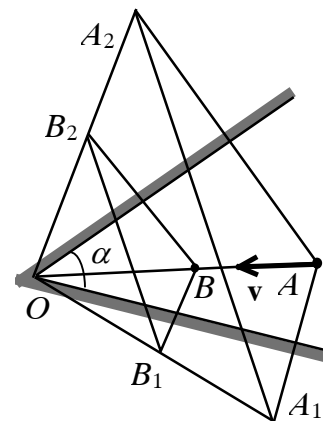
$$v' = \frac{A_1A_2 - B_1B_2}{t}.$$

Kadangi trikampiai A_1A_2O ir B_1B_2O lygiašoniai, o jų kampas O lygus 2α , gauname:

$$A_1A_2 = 2AO \sin \alpha, \quad B_1B_2 = 2BO \sin \alpha.$$

Be to, $AO - BO = AB = vt$, todėl gauname:

$$v' = 2v \sin \alpha.$$



Ši informacija interneto svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiama nuo 2008 11 18.