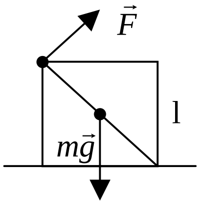
XLIII LIETUVOS JAUNŲJŲ FIZIKŲ OLIMPIADA

X klasė

II turas

1. Medinio kubo briaunos ilgis l = 60 cm, o tankis ρ = 650 kg/m³. Ar gali žmogus apversti kubą ant kito šono, jeigu žinoma, kad didžiausia jėga, kuria gali veikti žmogus, F = 500 N? Atsakymą pagrįskite.

<u>**Sprendimas**</u>



Kubas bus verčiamas, kai jėgos F momentas M_1 viršys sunkio jėgos momentą M_2 (žr. pav.). M_1 didžiausias, kai F statmena įstrižainei

$$M_1 = Fl\sqrt{2} = 424\,Nm,$$

$$M_2 = \frac{mgl}{2} = \frac{\rho g l^4}{2} = 413\,Nm.$$

Kadangi $M_1 > M_2$, tai žmogus gali apversti kubą.

2. Prie ilgo siūlo, permesto per lengvą skridinį, galų pririšti du svareliai taip, kad jie yra vienodu atstumu nuo grindų. Leidus judėti, vienas iš svarelių pasiekia grindis per laiką t = 1s. Po to, užfiksavus siūlo padėtį, svareliai keičiami vietomis. Po kiek laiko dabar paleidus svarelis pasieks grindis?

<u>**Sprendimas**</u>

Pirmuoju atveju svarelis nueina kelią $h = \frac{at^2}{2}$.

Antruoju atveju kelias dvigubai pailgėja, o pagreitis lieka toks pats: $2h = \frac{at_x^2}{2}$.

Iš pateiktų lygčių gauname: $t_x = t\sqrt{2} = 1{,}41s.$

3. Kam lygus svarelių masių santykis iš 12 uždavinio, jei pradinis svarelių atstumas iki grindų buvo h = 1 m? Skaičiuodami imkite g = 10 m/s².

<u>**Sprendimas**</u>

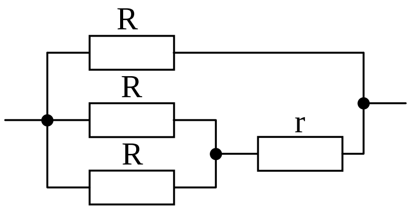
Iš antrojo Niutono dėsnio gauname $a = g\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}$, kur m_1 ir m_2 – svarelių masės.

Kadangi $h = \frac{at^2}{2} = \frac{gt^2}{2}\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}$, tai $\frac{m_1}{m_2} = \frac{gt^2 + 2h}{gt^2 - 2h} = 1{,}5.$

4. Turime vieną rezistorių, kurio varža r = 5 Ω, ir tris rezistorius, kurių varžos po R = 10 Ω. Kaip sujungti visus rezistorius, kad bendra jų varža būtų lygi 5 Ω?

<u>**Sprendimas**</u>

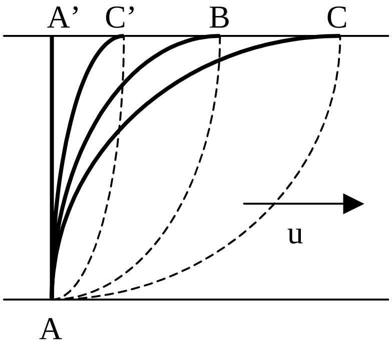
Sujungimo schema pateikta pav.



III turas

5. Žmogus nori motorine valtimi perplaukti L = 100 m pločio upę, tačiau valties vairas sugedęs taip, kad ji stovinčiame vandenyje plaukia R = 100 m spindulio apskritimu. Upės tėkmės greitis u = 5 km/h, valties greitis stovinčiame vandenyje v=15km/h. 1) Per kiek laiko valtis perplauks upę ir kurioje vietoje pasieks krantą, jei startuos statmenai krantui? 2) Per kiek laiko valtis perplauks upę ir kurioje vietoje pasieks krantą, jei startuos lygiagrečiai krantui? 3) Per kokį trumpiausią laiką galima pasiekti kitą krantą?

<u>**Sprendimas**</u>



1) Tegul valtis sukasi pagal laikrodžio rodyklę, o upė teka iš kairės į dešinę (žr. pav.). Jei srovės nebūtų, tai valtis iki kito kranto turėtų nuplaukti ¼ apskritimo ir pasiektų krantą taške B. Kelią

$$S = \frac{2\pi R}{4} = \frac{\pi R}{2}$$

ji nuplauktų per laiką $t = \frac{\pi R}{2v} = 37{,}7s.$

Per tą laiką srovė ją nuneš atstumą $BC = ut = 52{,}4m.$

Taigi atstumas $A'C = A'B + BC = 152{,}4m.$

Jei upė tekėtų iš dešinės į kairę, tai valtis pasiektų krantą taške C‘, ir BC‘ = BC. Todėl $A'C' = A'B - BC' = 47{,}6m.$

2) Startuojant lygiagrečiai krantui gaunamas vaizdas analogiškas pav., tik AB, AC ir AC' būtų išlenktos priešinga kryptimi (punktyrai). Todėl laikas ir atstumai būtų tokie pat kaip ir pirmuoju atveju.

3) Trumpiausią laiką atitinka stovinčiame vandenyje nuplauktas trumpiausias kelias. Kadangi trumpiausią lanką atitinka trumpiausia styga, tai valtis nesant srovės turėtų plaukti lanku, jungiančiu taškus A ir A'. Kadangi AA' = R, tai tą stygą atitinka 60^0 kampas, t.y. 1/6 apskritimo.

Todėl trumpiausias laikas $t' = \frac{\pi R}{3v} = 25{,}1s.$

6. m = 500 t masės traukinys važiavo horizontaliu keliu v = 50 km/h greičiu. Kad nesumažėtų greitis pradėjus važiuoti įkalne, kurios nuolydžio kampas α = 2^0, mašinistas trigubai padidino variklio galią. Kokia buvo variklio galia važiuojant horizontaliu keliu?

<u>**Sprendimas**</u>

Važiuojant lygiu keliu $P_1 = F_1 v$,

kur P_1 – variklio galia, F_1 – lokomotyvo traukos jėga, lygi pasipriešinimo jėgai. Važiuojant įkalne

$$P_2 = F_2 v,$$
$$F_2 = F_1 + mg\sin\alpha.$$

Tariame, kad pasipriešinimo jėga, kurią sukelia oro pasipriešinimas ir trintis, važiuojant horizontaliu keliu ir įkalne yra tokia pati. Kadangi $P_2 = 3P_1$,

tai gauname

$$3P_1 = P_1 + mgv\sin\alpha,$$
$$P_1 = \frac{mgv\sin\alpha}{2} = 1{,}2\cdot 10^6 W.$$

7. Medinis kubas, kurio kraštinės ilgis l = 10 cm, o tankis ρ = 600 kg/m^3, plūduriuoja inde su vandeniu. Prie indo dugno kubas pritvirtintas k = 50 N/m stangrumo spyruokle, kuri pradiniu momentu nedeformuota. Vandens lygis inde pradeda kilti v = 1 mm/s greičiu. Po kiek laiko kubas visai panirs po vandeniu? Imame g = 10 m/s^2.

<u>**Sprendimas**</u>

Pradžioje plūduriuojančio kubo viršus virš vandens paviršiaus aukščiu y. Archimedo jėgą prilyginę kubo sunkiui, gauname $y = l\frac{\rho_v - \rho}{\rho_v}$, kur ρ_v – vandens tankis. Kubui visiškai panirus, vandens lygį virš buvusio jo paviršiaus pažymime x. Tokiu ilgiu išsitempia spyruoklė. Kubą tuomet veikia aukštyn Archimedo jėga, žemyn – sunkis ir spyruoklės įtempimo jėga. Todėl

$$F_A = mg + kx,$$

$$\rho_v g l^3 = \rho g l^3 + kx,$$

$$x = \frac{(\rho_v - \rho) g l^3}{k}.$$

Kadangi $$t = \frac{x + y}{v},$$

tai $$t = \frac{l(\rho_v - \rho)(k + \rho_v g l^2)}{\rho_v v k} = 120s.$$

8. Planetos paviršiuje laisvojo kritimo pagreitis g_1, o aukštyje h virš paviršiaus g_2. Kam lygi planetos masė?

<u>Sprendimas</u>

Panaudoję visuotinės traukos dėsnį, gauname

$$g_1 = \frac{GM}{R^2},$$

$$g_2 = \frac{GM}{(R+h)^2},$$

kur G – gravitacijos konstanta, R – planetos spindulys, M – planetos masė. Iš pirmosios lygties išreiškę ir įrašę į antrąją gauname lygtį M atžvilgiu, kurią galime parašyti taip:

$$(\sqrt{M})^2 \frac{(g_1 - g_2)\sqrt{G}}{g_1 g_2} - \sqrt{M}\, 2h\sqrt{\frac{G}{g_1}} - h^2 = 0.$$

Iš teigiamosios lygties šaknies gauname tokią planetos masės išraišką: $M = \dfrac{h^2 g_1 g_2}{G(\sqrt{g_1} - \sqrt{g_2})^2}$.

Eksperimentas

9. Nustatykite trinties koeficientą tarp tašelio mažiausio pagrindo ir stalo paviršiaus keturiais atvejais. Priemonės: stačiakampis gretasienis tašelis (viena briaunų daug didesnė už kitas), siūlas, liniuotė su padalomis.

Ant pastatyto ant stalo tašelio užneriame siūlo kilpą aukštyje h ir traukiame tašelį horizontalia jėga F taip, kad jis slystų pastoviu greičiu į priekį siauresniuoju šonu. Keisdami siūlo kilpos aukštį, nustatome tokį ribinį h, kuriam esant tašelis dar slysta, o h truputį padidinus jau virsta. Tašeliui slystant pastoviu greičiu, visos jį veikiančios jėgos ir jėgų momentai kompensuojasi. Kadangi horizontalia kryptimi tašelį veikia F ir trinties jėga $F_{tr} = \mu mg$, kur μ – trinties koeficientas, tai judant pastoviu greičiu $F = \mu mg$.

Esant ribiniam aukščiui h jėgos F momentą M_1 = Fh kompensuoja sunkio jėgos momentas M_2 = mgl/2, kur l – tašelio briaunos, kuri lygiagreti F, ilgis. Gauname Fh = mgl/2.

Iš pateiktų lygčių išreiškiame trinties koeficientą μ = l/2h.

Išmatavę l ir h, nustatome μ. Bandymą pakartojame pasukę tašelį 90^0 kampu, taip pat apvertę tašelį ir pastatę ant stalo priešingu pagrindu. Trinties koeficiento vertę gauname imdami visų keturių atvejų rezultatų vidurkį.