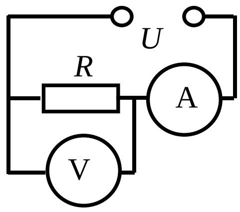
51-osios Lietuvos moksleivių fizikos olimpiados
10 klasės užduotys

1. Krepšininko ištiestose aukštyn rankose laikomo kamuolio apačia yra 2,3 m aukštyje. Krepšininkas kiek sulenkia kojas, jo masės centras nusileidžia 0,2 m, pašoka ir “deda” kamuolį į krepšį. Kokiame aukštyje Mėnulyje turėtų būti krepšinio lankai kad žaidėjas turėtų tokią pat galimybę “įdėti” į krepšį kamuolį kaip ir Žemėje? Mėnulyje sunkio jėga yra 6 kartus mažesnė, negu Žemėje. Krepšinio lankai Žemėje yra 3,05 m aukštyje.

Sprendimas

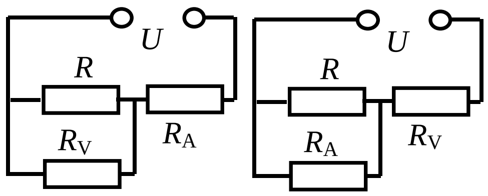
Pradinis kamuolio aukštis H=2,3 m. “Dėdamas” kamuolį į krepšį krepšininkas turi pašokti į aukštį h=3,05–2,3=0,75 m. Prieš pašokant jo sunkio centro aukštis nusileidžia atstumu l=0,2 m, ir atsispirdamas jėga F jis suteikia savo kūnui su kamuoliu pradinį greitį, reikalingą pašokti į h aukštį. Pagal energijos tvermės dėsnį $(F-mg)l = mgh$. Analogiškai Mėnulyje gauname $(F-mg')l = mgh'$. Iš pateiktų išraiškų gauname $h' = l + (h-l)g/g' = 3{,}5\text{ m}$, ir lanko aukštis Mėnulyje turėtų būti H_M=H+h'=5,8 m.

2. Moksleivis sujungė pateiktą paveiksle elektrinę grandinę ir pažymėjo ampermetro ir voltmetro rodmenis. Išardęs grandinę jungdamas antrą kartą jis sukeitė ampermetrą ir voltmetrą vietomis. Kiek kartų pakito ampermetro ir voltmetro rodmenys? Ampermetro varža lygi *R*/100, voltmetro varža lygi 100*R*.



Sprendimas

Imame ekvivalentines elektrines grandines vienu ir kitu atveju. Panaudodami laidininkų jungimo išraiškas ir Omo dėsnį gauname:



$$I_{A1} = \frac{U(R+R_V)}{RR_A + RR_V + R_AR_V},\quad I_{V1} = \frac{UR}{RR_A + RR_V + R_AR_V},$$

$$I_{A2} = \frac{UR}{RR_A + RR_V + R_AR_V},\quad I_{V2} = \frac{U(R+R_A)}{RR_A + RR_V + R_AR_V},$$

$$\frac{I_{A1}}{I_{A2}} = \frac{R+R_V}{R} = 101,\quad \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_{V1}R_V}{I_{A2}R_V} = \frac{R}{R+R_A} = \frac{1}{1{,}01}.$$

Taigi, voltmetro rodmenys beveik nepakis, o ampermetras rodys apie 100 kartų mažesnį srovės stiprį.

3. Uždarame inde vanduo įkaitintas iki 110 °C. Indą atidarius dalis vandens išgaravo. Kurią inde likusio vandens masės dalį sudaro garų masė? Aplinkos slėgis yra normalus. Šilumos kiekį, reikalingą padidinti 1 kg vandens temperatūrą 1 K, laikome pastoviu ir lygiu 4190 J, o tokiai vandens masei paversti garais reikia 2,25 MJ.

Sprendimas

Įkaitintų iki 110 °C sočiųjų vandens garų slėgis yra didesnis, negu normalus, todėl atidarius indą vanduo verda ir garuoja, kol jo temperatūra tampa 100 °C. Rašome šilumos balanso lygtį:

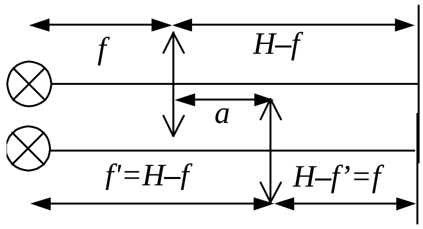
$$mL = c(m+M)\Delta t,$$

čia m – garų masė, M – likusio vandens masė, L – savitoji garavimo šiluma, c – savitoji šiluma, Δt vandens temperatūros pokytis. Laikome, kad susidariusių vandens garų temperatūra 100 °C. Tada

$$m/M = c\Delta t/(L - c\Delta t) = 0.019..$$

4. Elektros lemputė kabo 3 m aukštyje virš grindų. Kilodamas lęšį vertikalia kryptimi tarp lemputės ir grindų moksleivis pastebi, kad ant grindų susidaro ryškus lemputės vaizdas esant lęšiui dviejose padėtyse, tarp kurių yra 1 m aukščio skirtumas. Koks yra lęšio židinio nuotolis?

Sprendimas



Kadangi ant grindų susidaro lemputės vaizdas, lęšis yra glaudžiamasis. Pavaizdavę dvi galimas lęšio padėtis kai gaunamas ryškus vaizdas matome, kad

$$H = a + 2f, \ \ f = (H - a)/2 .$$

Panaudodami lęšio formulę gauname

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{H-f} = \frac{2}{H-a} + \frac{2}{H+a}, \quad F = \frac{H^2 - a^2}{4H}, \quad F = \frac{2}{3}\,\mathrm{m}.$$

5. Elektros lemputė yra 2,5 m aukštyje virš grindų, ir grindų apšvieta po lempute lygi 100 lx. 1) Kaip pakistų grindų apšvieta po lempute, jei 0,5 m aukštyje virš lemputės patalpintume plokščią veidrodį, lygiagretų grindims? 2) Kaip pakistų apšvieta, jei tame pat aukštyje virš lemputės patalpintume įgaubtą veidrodį, kuris į jį krintančią lemputės šviesą atspindėtų lygiagrečių spindulių pluoštu, nukreiptu žemyn? Lemputę laikome taškiniu šviesos šaltiniu, o veidrodžių paviršius atspindi 96 % krintančios šviesos.

Sprendimas

Lemputės sukuriamą apšvietą išreiškę formule $E=I/r^2$, čia r – atstumas nuo lemputės iki grindų, galime nustatyti lemputės šviesos stiprį $I= Er^2$. Kadangi plokščiame veidrodyje susidaro atvaizdas, simetriškas daiktui veidrodžio plokštumos atžvilgiu, pirmuoju atveju apšvietą sukuria du šaltiniai: lemputė ir jos atvaizdas, kuris lygiavertis stiprio $0{,}96I$ taškiniam šaltiniui, esančiam atstumu $(r+2h)$ nuo grindų. Tada

$$E_1 = E + \frac{0{,}96I}{(r+2h)^2} = E\left(1 + \frac{0{,}96r^2}{(r+2h)^2}\right) = 150\,\mathrm{lx}.$$

Antruoju atveju atspindėto lygiagrečių spindulių pluošto sukuriama apšvieta nepriklauso nuo atstumo ir lygi apšvietai prie veidrodžio paviršiaus. Gauname

$$E_2 = E + \frac{0{,}96I}{h^2} = E\left(1 + \frac{0{,}96r^2}{h^2}\right) = 2500\,\mathrm{lx}.$$

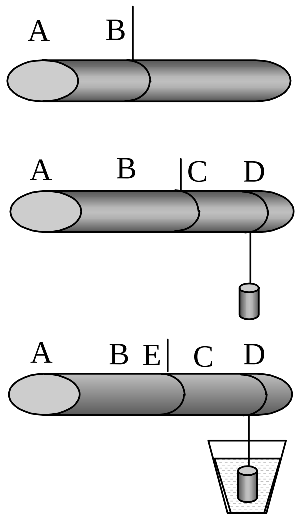
$$mL = c(m+M)\Delta t,$$

čia m – garų masė, M – likusio vandens masė, L – savitoji garavimo šiluma, c – savitoji šiluma, Δt vandens temperatūros pokytis. Laikome, kad susidariusių vandens garų temperatūra 100 °C. Tada

$$m/M = c\Delta t/(L - c\Delta t) = 0.019..$$

Eksperimentinė užduotis

Duota: nehomogeninis strypelis, žinomo tūrio kūnas, stiklinė su vandeniu, milimetrinio popieriaus juostelė, du siūlai.
Nustatyti nehomogeninio strypelio masę.
Sprendimas



Bandymą atliekame trimis etapais.
1) Pakabinę strypelį ant siūlo parenkame tašką B taip, kad strypelis būtų horizontalus.
2) Taške D prikabiname duotą kūną ir nustatome tašką C taip, kad strypelis būtų horizontalus
3) Kūną panardiname į vandenį ir nustatome tašką E taip, kad strypelis būtų horizontalus.
Taškas B atitinka strypelio masės centrą. Panaudodami sverto pusiausvyros sąlygas ir Archimedo jėgos išraišką gauname lygtis:
$m \cdot BC = m_k \cdot CD, \ \ m \cdot BE = (m_k - V_k \rho) \cdot ED.$
čia m_k ir V_k – atitinkamai kūno masė ir tūris, ρ – vandens tankis.

Iš pirmosios lygties išreiškę m_k ir įrašę į antrąją gauname ieškomąją strypelio masę:

$$m = \frac{V_k \rho}{\frac{BC}{CD} - \frac{BE}{ED}}.$$

Pastaba: ši informacija interneto svetainėje www.olimpas.lt skelbiama nuo 2005 04 21.