

LIETUVOS MOKSLEIVIŲ XIII FIZIKOS ČEMPIONATAS

2001 12 01, Kaunas, Klaipėda, Šiauliai, Vilnius

1. Inde, kurio skerspjūvio plotas $S=0,1 \text{ m}^2$, plaukioja ledo gabalas. Ant ledo gabalo tupi varna, kurios masė $m=0,8 \text{ kg}$. Kaip pakis vandens lygis inde varnai nuskrudus, o ledui ištirpus? Vandens tankis $\rho=10^3 \text{ kg/m}^3$.

Varnai nuskrudus ledo gabalas kiek pakyla, išstumto vandens tūris sumažėja dydžiu $V=m/\rho$. Ledui ištirpus vandens lygis nepakinta, nes ledo išstumto vandens masė lygi to ledo masei. Taigi, vandens lygis sumažėja dydžiu $h=V/S=m/\rho S$, $h=0,008 \text{ m}$.

2. Moksleivis ir moksleivė stovi sutemus ant tiesaus tako, vedančio link aukštos plokščios uolos. Atstumas nuo moksleivio iki uolos $l=300 \text{ m}$. Moksleivei šūktelėjus moksleivis tą šūktelėjimą išgirdo du kartus su $t=1,5 \text{ s}$ intervalu. Kokių atstumų nuo uolos stovi moksleivė? Kaip pakistų atsakymas, jei laiko intervalas tarp moksleivio girdimų garsų būtų $t'=1,8 \text{ s}$? Garso greitis ore $u=330 \text{ m/s}$. Moksleivės balso (soprano) aukštį atitinkančio tono "la" dažnis $\nu=440 \text{ Hz}$. Kiek tokio garso bangų ilgių telpa tarp jos ir uolos?

Moksleivis pirmiausia išgirsta moksleivės šūktelėjimą, po to – to šūktelėjimo aidą garsui atsispindėjęs nuo uolos. Jei moksleivė stovi arčiau uolos, negu moksleivis, tarp moksleivio išgirstų garsų yra laiko intervalas $t=2l'/\nu$, čia l' – atstumas nuo moksleivės iki uolos. Tada $l'=\nu t/2$, $l'=248 \text{ m}$. Jei arčiau uolos stovi moksleivis, tai tas laiko intervalas yra $t'=2l/\nu$, $t'=1,8 \text{ s}$. Atstumo nuo moksleivės iki uolos šiuo atveju nustatyti negalima. Į atstumą nuo moksleivės iki uolos telpančių garso bangų ilgių skaičius $n=l'/\lambda=\nu t/2$, $n=330$.

3. Ratas, pagamintas iš plono M masės ratlankio, mažos masės stipinų ir plonos m masės stebulės, pradeda neslysdamas riedėti nuožulniaja plokštuma, kurios pagrindas yra n kartų ilgesnis už aukštį. Koks bus rato stebulės greitis ir pagreitis jam nuriedėjęs plokštuma atstumą L ?

Ratui nuriedėjęs atstumą L jo masės centras nusileido aukščiu $h=L/\sqrt{1+n^2}$, todėl jo potencinė energija sumažėjo dydžiu $(M+m)gh$, virsdama kinetine energija. Rato kinetinę energiją sudaro slenkamojo judėjimo energija $(M+m)v^2/2$ ir sukamojo judėjimo energija $Mv^2/2$. Tada pagal mechaninės energijos tvermės dėsnį $(M+m)gh=(M+m)v^2/2+Mv^2/2$,

$$v = \sqrt{2gL(M+m)/(2M+m)\sqrt{1+n^2}}.$$

Kadangi ratas rieda tolygiai greitėdamas, jo stebulės pagreitis

$$a = v^2 / 2L = g(M+m)/(2M+m)\sqrt{1+n^2}.$$

4. Dviem vienodomis krosnelėmis vienoduose induose šildoma vienoda masė vandens ir tiriamojo skysčio. Paveiksle pateikta tų skysčių temperatūros priklausomybė nuo laiko. Apskaičiuokite tiriamojo skysčio savitąją šilumą, žinodami, kad vandens savitoji šiluma yra lygi 4200 J/(kg K) , ir ji yra didesnė, negu tiriamojo skysčio.

Vandens temperatūros kitimą vaizduoja apatinė tiesė, tiriamojo skysčio – viršutinė. Kadangi abu skysčiai per tą patį laiką gavo vienodą šilumos kiekį, galioja lygybė $c_v \Delta T_v = c \Delta T$, $c = c_v \Delta T_v / \Delta T$. Iš paveikslo matome, kad per 8 minutes vandens temperatūra pakilo 32 K, tiriamojo skysčio 80 K. Įrašę dar vandens savitosios šilumos vertę, gauname $c=1700 \text{ J/kg K}$.

5. Švininė kulka, lėkdama $v_1=400$ m/s greičiu, pataiko į įtvirtintą plieninę plokštę ir atšoka nuo jos $v_2=300$ m/s greičiu. Prieš atsimušant į plokštę kulkos temperatūra buvo $t_1=107$ °C, o smūgio metu 0,8 kulkos prarastos energijos buvo sunaudota jos šildymui. Kuri kulkos dalis išsilydys? Švino savitoji šiluma $c=126$ J/(kg K), jo savitoji lydymosi šiluma $\lambda=25$ kJ/kg, lydymosi temperatūra $t_2=327$ °C.

Smūgio metu dalis kulkos prarastos kinetinės energijos virsta šiluma, todėl kulka įkaista iki lydymosi temperatūros ir dalis jos išsilydo:

$$0,8 \left(\frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2} \right) = mc(t_2 - t_1) + \Delta m \lambda, \quad \frac{\Delta m}{m} = \frac{1}{\lambda} [0,4(v_1^2 - v_2^2) - c(t_2 - t_1)] \quad \frac{\Delta m}{m} = 0,01.$$

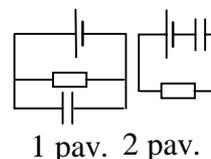
6. Elektros lemputė, skirta 110 V įtampos tinklui, įjungiama į 220 V tinklą paveiksle parodytais būdais a ir b. Raskite naudingumo koeficientus (lemputės naudojamos galios santykį su visa iš tinklo gaunama galia) įjungiant tais būdais, kai lemputės varža $r=1000$ Ω, o visa reostato varža $R=2000$ Ω.

Naudingumo koeficientą apibrėžiame kaip lemputės naudojamos galios santykį su visa iš elektros tinklo gaunama galia. a atveju įjungtoje į tinklą reostato dalyje ir lemputėje yra vienodos įtampos, teka to paties stiprio elektros srovė, todėl naudojama ir vienoda galia. Taigi, $\eta=0,5$. b atveju įtampa lemputėje ir reostato dalyse yra vienoda ir lygi 110 V. Pažymime viršutinės reostato dalies varžą R' . Tada

$$R' = \frac{r(R - R')}{r + R - R'}, \quad \eta = (1/r) / [1/r + 1/R' + 1/(R - R')].$$

R' apskaičiuojame išrešę r ir R skaitines vertes. Gauta kvadratinė lygtis turi dvi šaknis: $R'_1=3414$ Ω ir $R'_2=586$ Ω. Pirmoji šaknis netinka ($R' > R$), antroji duoda $\eta=0,293$.

7. Tie patys srovės šaltinis, varžos ir kondensatorius vieną kartą sujungti kaip parodyta 1 pav., antrą kartą – kaip parodyta 2 pav. Antruoju atveju kondensatoriuje susikaupė 10 % didesnis krūvis, negu pirmuoju. Kokia srovės šaltinio vidaus varža, jei varžo dydis yra 10 Ω?



Pažymime ieškomąją varžą r , šaltinio elektrovarą E , kondensatoriaus talpą C , tekančios pirmuoju atveju srovės stiprį I . Tada gauname tokius krūvius:

$$q_1 = IRC = \frac{ERC}{R+r}, \quad q_2 = EC.$$

Kadangi $q_2=1,1 \cdot q_1$, gauname

$$\frac{1,1R}{R+r} = 1, \quad r = 0,1R, \quad r = 1 \Omega.$$

8. Kaip keisis elektrinių virpesių dažnis virpesių kontūre, jei jame esančio plokščiojo kondensatoriaus plokštelės tolsta viena nuo kitos greičiu v ?

Virpesių kontūro dažnis išreiškiamas formule $\nu = 1/2\pi\sqrt{LC}$, čia kondensatoriaus talpa $C = \epsilon_0 S / d = \epsilon_0 S / (d_0 + vt)$. Tada $\nu = \nu_0 \sqrt{1 + vt / d_0}$, čia ν_0 – pradinis virpesių kontūro dažnis, kai atstumas tarp plokštelių yra d_0 .

9. Plokščias veidrodis juda 0,1 m/s greičiu, nukreiptu statmenai veidrodžio paviršiui. Kokių greičiu (nurodykite modulį ir kryptį) turi judėti taškinis šviesos šaltinis, kad jo atvaizdas nejudėtų?

Šaltinis turi judėti dvigubai didesniu nei veidrodis greičiu ta pačia kryptimi, kuria juda veidrodis, t. y., 0,2 m/s.

10. Tarp stiklinio kūgio ir lygiagretaus kūgio pagrindu ekrano patalpintas glaudžiamasis lęšis, kurio pagrindinė optinė ašis sutampa su kūgio ašimi. Atstumas nuo lęšio iki ekrano yra lygus lęšio židinio nuotoliui F . Į kūgio pagrindą statmenai nukreipiamas lygiagrečių šviesos spindulių pluoštas. Koks vaizdas susidaro ekrane? Kokie to vaizdo matmenys, jei $F=10$ cm, stiklo lūžio rodiklis 1,5, kampas prie kūgio pagrindo 5° .

Spindulių eiga pateikta paveiksle. Kadangi į kūgio sudaromąją krinta lygiagretūs spinduliai, jie lūžta vienodais kampais ir iš kūgio išeina taip pat lygiagretūs. Lęšis juos surenka į vieną tašką židinio plokštumoje. Taigi, ekrane gauname apskritimą. To apskritimo radiusą apskaičiuojame paėmę spindulį, einantį per lęšio centrą. Gauname:

$$r = F \operatorname{tg}(\beta - \alpha), \quad n = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}.$$

Kadangi kampai α ir β maži, sinusus ir tangentes galime pakeisti kampais (išreikštais radianais). Gauname:

$$\beta = n\alpha, \quad r = F\alpha(n-1), \quad r = 0,44 \text{ cm}.$$

Pastaba: ši informacija interneto svetainėje www.olimpas.lt skelbiama nuo 2004 04 23.