

VI Lietuvos jaunųjų fizikų čempionatas
1994 12 03, Klaipėda, Šiauliai, Vilnius

1. Skritulio formos detalėje, kurios spindulys $R = 30$ cm, yra spindulio $r = 20$ cm kiaurymė. Atstumas tarp skritulio ir kiaurymės centrų $a = 5$ cm. Raskite detalės masės centro padėtį.

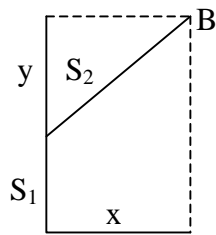
Ieškomasis masės centras yra tiesėje, einančioje per skritulio ir kiaurymės centrus atstumu x nuo skritulio centro. Panaudodami monetų pusiausvyros sąlygą skritulio centro atžvilgiu, gauname:

$$\pi \rho r^2 g a = (\pi R^2 - \pi r^2) \rho g x.$$

Čia ρ – detalės ploto vienetui tenkanti masė, g – laisvojo kritimo pagreitis. Ieškomajam atstumui gauname

$$x = \frac{ar^2}{R^2 - r^2}, \quad x = 4 \text{ cm.}$$

2. Oro balionas turi patekti į tašką B, kurio koordinatės yra $y = 120$ km į šiaurę ir $x = 70$ km į rytus nuo starto vietos A. Pažeme pučia pietų vėjas, kurio greitis $v_1 = 25$ km/h. Didesniame aukštyje pučia pietvakarių vėjas, kurio greitis $v_2 = 33$ km/h. Kiek laiko užims kelionė?



Visas kelionės laikas t susideda iš skridimo, nešant pietų vėjui, laiko (1 pav.)

$$t_1 = \frac{S_1}{v_1}$$

Ir nešant pietryčių vėjui

$$t_2 = \frac{S_2}{v_2}.$$

A 1 pav. Kadangi $S_1 = y - x$, $S_2 = x\sqrt{2}$, tai gauname $t = 5$ h.

3. Dvi nedeformuotos spyruoklės guli vienoje tiesėje taip, kad vienais galais jos liečiasi tarpusavyje, o kitais remiasi į atramas. Spyruoklių ilgiai L_1 ir L_2 , o jų stangrumo koeficientai k_1 ir k_2 . Spyruoklės suspaudžiamos ir tarp jų įstatoma trečioji, kurios pradinis ilgis L , o stangrumo koeficientas k . Raskite šios spyruoklės naują ilgį.

Visos trys spyruoklės spaudžiamos to paties dydžio jėga F . Naujus spyruoklių ilgius žymėsime brūkšneliais. Iš Huko dėsnio $F = k_1(L_1 - L'_1) = k_2(L_2 - L'_2) = k(L - L')$.

Be to,

$$L_1 + L_2 = L'_1 + L'_2 + L'.$$

Iš parašytų lygčių gauname

$$L' = \frac{Lk(k_1 + k_2)}{kk_1 + kk_2 + k_1k_2}.$$

4. Nuožulniaja plokštuma, kurios nuolydžio kampas α , šliaužia žemyn tašelis. Aukštyje H jo greitis V. Apatiniame nuožulniosios plokštumos taške tašelis tampriai atsitrenkia į nejudamą kliūtį ir pradeda šliaužti aukštyn. Į kokį aukštį h jis pakils po smūgio, jei trinties koeficientas tarp tašelio ir plokštumos k?

Pradžioje tašelis turi potencinės ir kinetinės energijos, kurių sąskaita atliekamas darbas nugalint trinties

jėgą, ir suteikiama galutinė potencinė energija: $\frac{mV^2}{2} + mgH = F_{tr}S + mgh$,

Kur m – tašelio masė, g – laisvojo kritimo pagreitis. Be to, trinties jėga $F_{tr} = kmg \cos \alpha$,

Visas tašelio nueitas kelias

$$S = \frac{H}{\sin \alpha} + \frac{h}{\sin \alpha}.$$

Iš parašytų lygčių gauname

$$h = \frac{V^2 + 2gH(1 - kctg\alpha)}{2g(1 + kctg\alpha)}.$$

5. Ar yra medžiagų, galinčių būti tokioje būsenoje, kurioje savitoji šiluma C_p lygi C_v ? Atsakymą pagrįskite.

Yra. Pavyzdžiui, vanduo esant 4°C temperatūrai, kai vandens tūris mažiausias. Šildant vandens tūris nekinta, todėl $C_p = C_v$.

6. Kokiu būdu efektyviau padidinamas šiluminės mašinos naudingumo koeficientas – padidinant šildytuvo temperatūrą ar tiek pat pamažinant šaldytuvo temperatūrą?

Iš formulės $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$

matyti, kad, padidinant šildytuvo temperatūrą T_1 , padidėja ir skaitiklis, ir vardiklis, o pamažinant šaldytuvo temperatūrą T_2 , padidėja tik skaitiklis. Taigi antruoju atveju η padidėja daugiau negu pirmuoju.

7. Šaldytuvas, kurio nominalioji galia $P_0 = 100$ W, įrengtas patalpoje, kurioje yra $t = 18$ °C temperatūra. Kai šaldytuvo kameroje palaikoma $t_1 = 0$ °C temperatūra, šaldytuvas naudoja $P_1 = 40$ W galią. Kokią mažiausią temperatūrą t_0 esamomis sąlygomis galėtų palaikyti šaldytuvas? Tarkime, kad šaldytuvas – ideali šiluminė mašina.

Panaudojame šiluminės mašinos naudingumo koeficiento formulę $\eta = \frac{Q - Q_1}{Q} = \frac{T - T_1}{T}$.

Čia T – aplinkos absoliučioji temperatūra, T_1 – šaldymo kameros absoliučioji temperatūra. Jei Q – per 1s atiduotas aplinkai šilumos kiekis, Q_1 – iš šaldymo kameros per 1s gautas šilumos kiekis, tai $Q - Q_1 = P_1$. Kai kameroje palaikoma pastovi temperatūra, dėl šaldytuvo sienelių šilumos laidumo iš aplinkos į šaldytuvo kamerą per 1s į vienetinį plotą patenka šilumos kiekis $Q_1 = k(T - T_1) = k\Delta T$, kur k – šaldytuvo sienelių šilumos laidumas. Ieškomąjį temperatūrų skirtumą gauname iš lygčių

$$\frac{P_1}{P_1 + k\Delta T_1} = \frac{\Delta T_1}{T},$$

$$\frac{P_0}{P_0 + k\Delta T_0} = \frac{\Delta T_0}{T}.$$

Išsprendę lygčių sistemą, gauname $\Delta T_0 = -\Delta T_1 \frac{(P_0 \Delta T_1 \pm \sqrt{P_0^2 T_1^2 + 4P_0 P_1 T T_1})}{2P_1 T_1}$.

Imame teigiamą vertę $\Delta T = 28$ K, $t_0 = -10$ °C.

8. Plokščiąjį kondensatorių sudaro dvi vienodos horizontalios plokštelės: apatinė nejudama, viršutinė judama, ją kilnoja įrenginys, kurio naudingumo koeficientas $\eta = 80$ %. Plokštelės plotas $S = 100$ cm², masė $m = 50$ g. Tarp plokštelių esant atstumui $d_1 = 1$ mm, kondensatorius įelektrinamas iki $U = 200$ V įtampos. Kiek energijos sunaudoja įrenginys, padidindamas atstumą tarp plokštelių iki $d_2 = 3$ mm?

Visa sunaudojama energija $E = \frac{\Delta E_g + \Delta E_c}{\eta}$,

kur ΔE_g – plokštelės mechaninės energijos pokytis, ΔE_c – kondensatoriaus elektros energijos pokytis,

$$\Delta E_g = mg(d_2 - d_1),$$

$$\Delta E_c = \varepsilon_0 S U^2 \frac{d_2 - d_1}{2d_1^2}.$$

Suskaičiavę gauname $\Delta E_g = 0,000981$ J, $\Delta E_c = 5,3 \cdot 10^{-6}$ J.

Antrasis narys daug mažesnis už pirmąjį. Taigi $E = 0,0012$ J.

9. Pradiniu laiko momentu virpamojo kontūro kondensatoriaus krūvis yra didžiausias. Raskite srovės magnetinio lauko energijos W_L ir kondensatoriaus elektrinio lauko energijos W_C santykį praėjus vienam šeštadaliui periodo. Energijos nuostolių nepaisome.

$$W_L = \frac{LI^2}{2}, W_C = \frac{CU^2}{2},$$

Kadangi

$$I = I_0 \sin \frac{2\pi t}{T}, U = U_0 \cos \frac{2\pi t}{T},$$

tai gauname $\frac{W_L}{W_C} = \frac{LI_0^2}{CU_0^2} \operatorname{tg}^2 \frac{2\pi t}{T}$.

Kadangi $(W_L)_{\max} = (W_C)_{\max}$, kai $t = T/6$, tai

$$\frac{W_L}{W_C} = \operatorname{tg} \frac{\pi}{3} = \sqrt{3}.$$

10. Suformuluokite šviesos atspindžio ir lūžio dėsnius.

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