

Lietuvos moksleivių XVII fizikos čempionatas

2005 12 03

Kaunas, Klaipėda, Šiauliai, Vilnius

1. Prieplaukos A ir B yra ant upės kranto. Iš A link B išplaukia valtis, kurios greitis vandens atžvilgiu  $v_1=3$  m/s. Tuo pat metu iš B link A išplaukia kateris, kurio greitis vandens atžvilgiu  $v_2=10$  m/s. Kol valtis pasiekia B kateris tą atstumą nuplaukia keturis kartus apsisukdamas taškuose A ir B ir atplaukia į B kartu su be sustojimo plaukusia valtimi. Koks yra upės tėkmės greitis? Į katerio sugaištą laiką darant posūkį neatsižvelgiame.

Tegu upė teka nuo A link B greičiu  $v$ , o atstumas nuo A iki B yra  $l$ . Tada

$$l/(v_1 + v) = 2l/(v_2 - v) + 2l/(v_2 + v), \quad v^2 + 4v_2v - v_2^2 + 4v_1v_2 = 0,$$

$$v = -2v_2 \pm \sqrt{5v_2^2 - 4v_1v_2}, \quad v = -0,5 \text{ m/s ir } v' = -39,5 \text{ m/s}$$

Gautas neigiamas greitis reiškia, kad upė teka nuo B link A. Sprendinys  $v'$  netinka, nes esant tokiam upės tėkmės greičiui valtis ir kateris prieš srovę nepaplauks.

2. Kūnas, kurio medžiagos tankis  $\rho=800$  kg/m<sup>3</sup>, plūduriuoja vandenyje. 1) Kokia kūno dalis yra iškilusi virš vandens? 2) Kokio tankio nesimaišančio su vandeniu ir pilnai apsemiančio kūną skysčio reikia pripilti, kad vandenyje panirusios kūno dalies tūris taptų lygus pirmame klausime gautos iškilusios iš vandens kūno dalies tūriui? Vandens tankis  $\rho_0=1000$  kg/m<sup>3</sup>.

1) Pažymim kūno tūrį  $V$ . Tada jo masė  $m=\rho V$ , kūno išstumto vandens tūris  $V'=m/\rho_0=\rho V/\rho_0$ , iškilusi virš vandens kūno dalis  $n=(V-V')/V=1-\rho/\rho_0$ ,  $n=0,2$ . 2) Užpylus skysčio kūną papildomai veiks Archimedo jėga  $F=\rho'V'g$ , čia  $\rho'$  – užpildo skysčio tankis. Tada  $V\rho g=\rho'V'g+(V-V')\rho_0g$ ,  $\rho'=\rho_0(2\rho-\rho_0)/\rho$ ,  $\rho'=750$  kg/m<sup>3</sup>.

3. Peliukas Mikis pradeda stumti dėžutę pastovia jėga. Už darbą, atliktą pirmą sekundę, jis gauna vieną saldainį. Kiek saldainių jis gaus už darbą, atliktą dešimtą sekundę? Saldainių kiekis tiesiai proporcingas atliktam darbui.

Stumdamas dėžutę pastovia jėga  $F$  peliukas Mikis jai suteikia pastovų pagreitį  $a$ . Pirmą sekundę jis nustumia dėžutę atstumą  $s_1=a^2/2=a/2$  ir atlieka darbą  $A_1=Fa/2$ .  $n$ -tąją sekundę jis nustumia dėžutę atstumą  $s_n=v_{n-1}+a/2=a(n-1/2)$  ir atlieka darbą  $A_n=Fa(n-1/2)=A_1(2n-1)$ . Taigi,  $n$ -tąją sekundę jis gaus  $(2n-1)$  saldainių, t.y., dešimtą sekundę jis gaus 19 saldainių.

4. Ant dviejų lengvų sujungtų ritinių, kurių spinduliai  $r$  ir  $R$ , suvynioti lengvi netasūs siūlai, prie kurių prikabinoti masių  $m$  ir  $M$  svareliai, kaip pateikta paveiksle. Raskite svarelių pagreičius ir siūlų įtempimo jėgas.

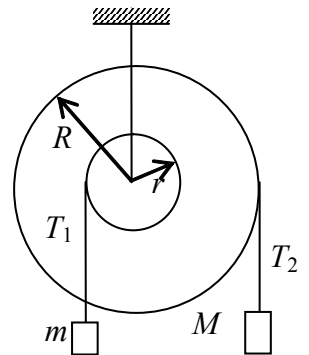
Tegul  $M>m$ . Tada panaudoję jėgos momentų lygybę ir antrąjį Niutono dėsnį gauname

$$\begin{cases} T_1 r = T_2 R \\ T_1 - mg = ma_1 \\ Mg - T_2 = Ma_2 \\ a_2 / a_1 = R / r \end{cases}$$

Išsprendę gauname

$$a_1 = \frac{(MR - mr)Rg}{MR^2 + mr^2}; \quad a_2 = \frac{(MR - mr)rg}{MR^2 + mr^2};$$

$$T_1 = \frac{mM(R + r)Rg}{MR^2 + mr^2}; \quad T_2 = \frac{mM(R + r)rg}{MR^2 + mr^2}$$



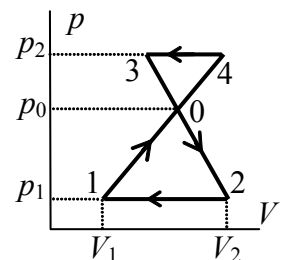
5. Siurblys vieno ciklo metu iš indo išsiurbia  $V'=5$  cm<sup>3</sup> dujų ir išmeta jas į aplinką. Per kiek laiko toks siurblys  $V=1$  l talpos inde sukurs  $10^{-3}$  mm Hg slėgį? Siurblys atlieka  $N=800$  ciklų per minutę. Pradžioje inde yra normalus atmosferos slėgis, oro temperatūra pastovi.

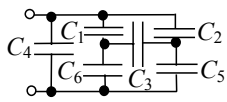
Po  $n$  ciklų slėgis bus  $p_n = p_0 / (1 + V'/V)^n$ ,  $n = \ln(p_0 / p) / \ln(1 + V'/V)$ .

Tiek ciklų siurblys padarys per laiką  $t = n / N$ ,  $t = 3.4$  min.

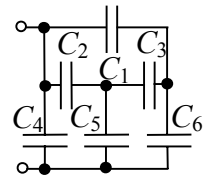
6. Kokį darbą atlieka idealiosios dujos vieno paveiksle pavaizduoto ciklo metu?  $p_0=10^5$  Pa,  $p_1=5 \cdot 10^4$  Pa,  $p_2=1,25 \cdot 10^5$  Pa,  $V_2-V_1=10$  l.

Dujų atliktas darbas uždaro ciklo metu išreiškiamas tą ciklą aprašančių kreivių apribotu plotu. Ciklo 1→0→2→1 metu atliktas darbas yra teigiamas, o ciklo 0→3→4→0 – neigiamas. Iš trikampių panašumo gauname  $V_4-V_3=(V_2-V_1)(p_2-p_0)/(p_0-p_1)$ . Tada atliktas darbas  $A=[(V_2-V_1)(p_0-p_1)-(V_4-V_3)(p_2-p_0)]/2=(V_2-V_1)(p_2-p_1)(2p_0-p_1-p_2)/2(p_0-p_1)$ ,  $A=187,5$  J.



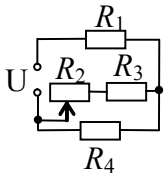


7. Kondensatorių baterija sujungta iš vienodos talpos  $C$  kondensatorių pagal paveiksle pateiktą schemą. Kam lygi tokios baterijos talpa?



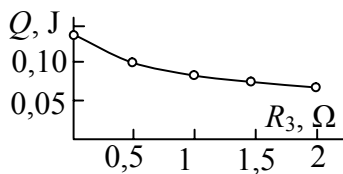
Perbrėžę schemą kitaip pastebime, kad kondensatoriaus  $C_3$  gnybtų potencialai yra vienodi, ir jis neturės įtakos baterijos talpai. Tada talpa  $C' = C_4 + C_1 C_6 / (C_1 + C_6) + C_2 C_5 / (C_2 + C_5) = 2C$ .

8. Elektrinė grandinė sujungta pagal paveiksle pateiktą schemą. Nubraižykite šilumos kiekio, išsiskiriančio rezistoriuje  $R_3$  per 1 s, priklausomybės nuo varžyno  $R_2$  varžos grafiką.  $R_1 = 1 \Omega$ ,  $0 < R_2 < 2 \Omega$ ,  $R_3 = 3 \Omega$ ,  $R_4 = 4 \Omega$ ,  $U = 1 \text{ V}$ .



Tekančios rezistoriumi  $R_3$  srovės stipris  $I = U R_4 / [R_2 (R_1 + R_4) + R_1 R_3 + R_1 R_4 + R_3 R_4]$ , todėl tame rezistoriuje per laiką  $t$  išsiskyrusios šilumos kiekis  $Q = I^2 R_3 t$ . Įstatę duomenis gauname  $Q = U^2 t R_4^2 R_3 / [R_2 (R_1 + R_4) + R_1 R_3 + R_1 R_4 + R_3 R_4]^2$ ,  $Q = 48 / (5 R_2 + 19)^2$ . Sudarome lentelę ir pagal ją nubrėžiame grafiką.

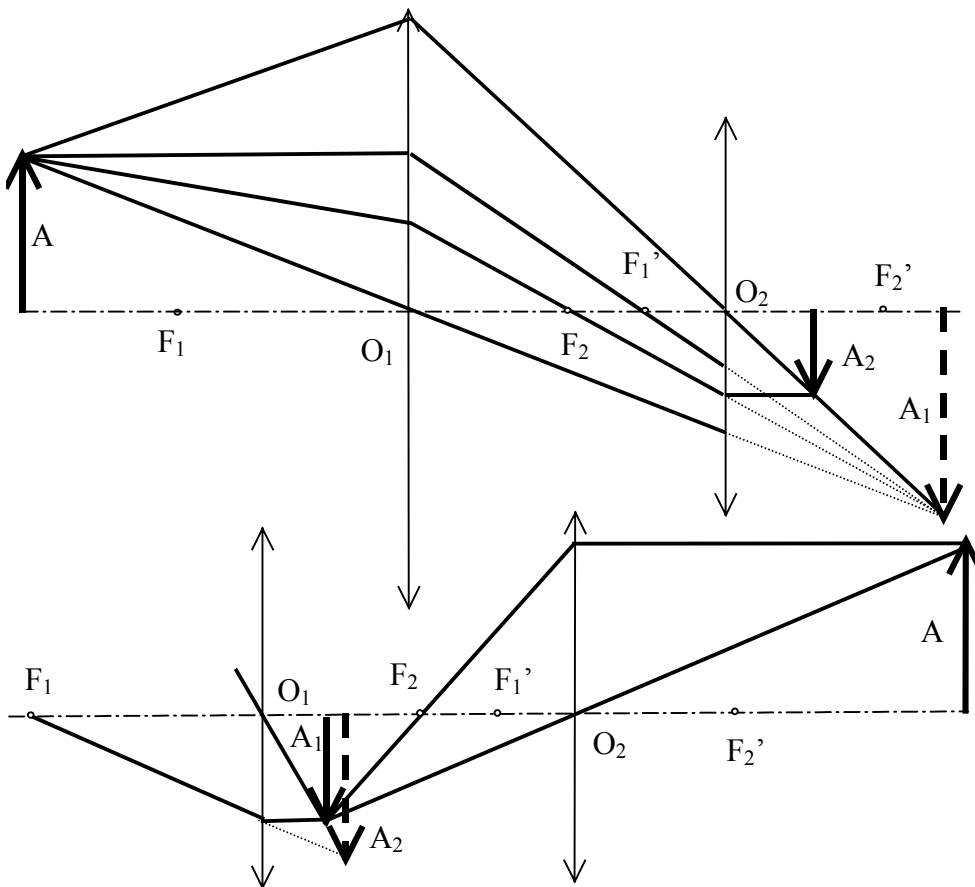
$R_3, \Omega$	0	0,5	1	1,5	2
$Q, \text{ J}$	0,13	0,1	0,08	0,07	0,06



9. Šviesa yra fotonų srautas. Fotonas yra mikrodalėlė, kurios energija  $E = h\nu$ , judesio kiekis  $p = h\nu/c$ , masė  $m = h\nu/c^2$ , čia  $h$  – Planko konstanta,  $\nu$  – šviesos dažnis,  $c$  – šviesos greitis. Lazerio impulsas, kurio trukmė 0,1 ms, o energija 10 J, sufokusuojamas į paviršių, kurio šviesos atspindžio koeficientas 0,5, į apvalią dėmelę, kurios skersmuo 0,1  $\mu\text{m}$ . Kokį vidutinį slėgį į paviršių sukuria toks impulsas?  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ .

$$P = F/S, F = \Delta p/t, \Delta p = 1,5E/c, P = 1,5E/(ct\pi d^2/4), P = 6,4 \cdot 10^6 \text{ Pa.}$$

10. Optinę sistemą sudaro du ploni lęšiai, kurių židinių nuotoliai yra 2 cm ir 3 cm, įtvirtinti taip, kad jų optinės ašys sutampa, o tarp lęšių centrų yra 4 cm atstumas. 5 cm atstumu nuo vieno iš lęšių patalpintas 2 cm ilgio švytintis siūlelis, kurio vienas galas yra ant optinės ašies. Nubraižykite lęšiais gaunamus siūlelio atvaizdus jam esant vienoje ir kitoje lęšių sistemos pusėje.



Pastaba: ši informacija interneto svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) skelbiama nuo 2006 01 05.