

Lietuvos moksleivių XIV fizikos čempionatas

2002 12 07, Kaunas, Klaipėda, Šiauliai, Vilnius

1. Vandenyje plūduriuoja m masės ρ tankio kubas. Vandens tankis ρ_0 ($\rho < \rho_0$). Kubas traukiamas vertikaliai aukštyn pastoviu greičiu v už siūlo, pririšto viršutinio pagrindo viduryje. Per kiek laiko kubas bus ištrauktas iš vandens?

Kubą ištraukiant iš vandens reikia jį pakelti į panirusios dalies aukštį. Pažymime kubo briaunos ilgį a , jo panirimo gylį h . Panaudodami kubo ir stačiakampio gretasienio tūrio, medžiagų tankio bei Archimedo jėgos išraiškas, gauname ieškomąjį laiką t :

$$a = \sqrt[3]{\frac{m}{\rho}}, \quad \rho_0 a^2 h = m, \quad h = \frac{m}{\rho_0 a^2}, \quad t = \frac{h}{v} = \frac{\sqrt[3]{m \rho^2}}{v \rho_0}.$$

2. Kūnas laisvai krinta be pradinio greičio. Kiek kartų skirsis kūno greitis kritimo pabaigoje ir pusiaukelėje?

Pagal energijos tvermės dėsnį pusiaukelėje kūno kinetinė energija bus 2 kartus mažesnė, negu kritimo pabaigoje. Pažymime kūno masę m , jo greitį pusiaukelėje v , kritimo pabaigoje v' . Gauname:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{mv'^2}{2}, \quad \frac{v'}{v} = \sqrt{2}.$$

3. Kaip ir kuria dalimi pakistų Pusiaujo Gvinėjoje nokstančio banano svoris, jei Žemė nustotų sukintis apie savo ašį? Žemės spindulys 6400 km.

Banano svorį lemia Žemės trauka, suteikianti gravitacinį pagreitį a ir Žemės sukimosi sąlygotas išcentrinis pagreitis $a' = 4\pi^2 r / T^2$, čia r – Žemės spindulys, jos apsisukimo apie ašį periodas, $T = 23,93$ h. Taigi, banano svoris $P = mg = m(a - a')$. Žemei nesisukant lieka tik gravitacinis pagreitis, ir ieškomasis santykis bus

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{P' - P}{P} = \frac{a - g}{g} = \frac{a'}{g} = \frac{4\pi^2 r}{gT^2}, \quad \frac{\Delta P}{P} = 0,0035.$$

4. Plaukdamas valtimi žmogus pastebėjo, kad tarp vandens paviršiumi sklindančių bangų keturų yra 12 m atstumas. Valčiai plaukiant prieš vėją žmogus, išgirdęs bangos tekstelėjimą į valtį, įjungė sekundmatį ir ėmė skaičiuoti tekstelėjimus. Išgirdęs penkioliką tekstelėjimą jis sekundmatį išjungė. Sekundmatis parodė 40 s. Tuo pačiu greičiu plaukiant pavėjui žmogus tokiu pat būdu suskaičiavo 10 tekstelėjimų, o sekundmatis parodė 1 minutę. Raskite valtės plaukimo greitį ir bangų sklidimo greitį.

Pažymime valtės greitį v , bangų sklidimo greitį u , bangos ilgį λ , tekstelėjimų skaičius n ir n' , laikus t ir t' . Plaukiant prieš vėją gauname:

$$(v + u)t = \lambda(n - 1).$$

Plaukiant pavėjui

$$(v - u)t' = \lambda(n' - 1) \quad \text{arba} \quad (u - v)t' = \lambda(n - 1).$$

Iš pateiktų lygčių gauname:

$$v = \frac{\lambda}{2} \left(\frac{n-1}{t} + \frac{n'-1}{t'} \right), \quad u = \frac{\lambda}{2} \left(\frac{n-1}{t} - \frac{n'-1}{t'} \right) \quad \text{arba} \quad v = \frac{\lambda}{2} \left(\frac{n-1}{t} - \frac{n'-1}{t'} \right), \quad u = \frac{\lambda}{2} \left(\frac{n-1}{t} + \frac{n'-1}{t'} \right),$$

$$v = 6 \text{ m/s}, \quad u = 2,4 \text{ m/s} \quad \text{arba} \quad v = 2,4 \text{ m/s}, \quad u = 6 \text{ m/s}.$$

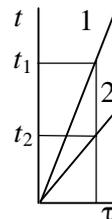
5. Du variniai rutuliai šildomi vienodais šildytuvais. Paveiksle pateikti rutulių temperatūros t priklausomybės nuo laiko τ grafikai. Šilumos nuostolių nepaisome. Kiek kartų skiriasi rutulių spinduliai? Rutulio tūris $4\pi r^3/3$.

Rutuliams per tą patį laiką suteikti vienodi šilumos kiekiai

$$Q = mct_i = ct_i\rho \cdot 4\pi r_i^3/3, \quad i = 1;2.$$

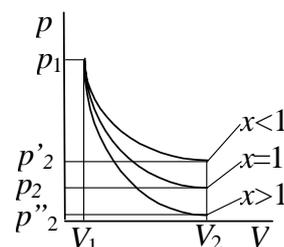
Gauname rutulių spindulių santykį:

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt[3]{\frac{t_2}{t_1}}.$$

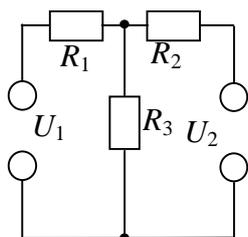


6. Idealosios dujos plečiasi dėsniu $pV^x = \text{const}$. Kaip keičiasi dujų temperatūra esant įvairioms x vertėms?

Dujų slėgio priklausomybė nuo tūrio esant skirtingoms x vertėms pateikta paveiksle. Kai $x=1$, turime izotermę, t.y., dujų temperatūra nekinta, $p_1V_1 = p_2V_2 = nRT$, n – dujų molekulių skaičius. Kai $x>1$, $p_2V_2 > p_1V_1 = nRT$, $T > T'$, t.y., dujų temperatūra sumažėja. Kai $x<1$, $p_2V_2 < p_1V_1 = nRT$, $T < T'$, t.y., dujų temperatūra padidėja.



7. Sudaryta pateikta paveiksle elektrinė grandinė. Kokioms sąlygoms esant srovės stipris rezistoriuje R_1 bus lygus nuliui?



U_1 ir U_2 poliai turi būti suderinti (sakysim, “+” viršuje). R_1 didumas bet koks, o iš sąlygų $U_1 = IR_3$, $U_2 = I(R_2 + R_3)$ gauname

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_3}{R_2 + R_3}.$$

8. Kondensatorius, kurio talpa $10 \mu\text{F}$, yra įkrautas 600 V potencialų skirtumu. Jis iškraunamas elektrolito vonelėje su parūgštintu vandeniu. Kiek vandenilio išsiskirs? Kiek energijos galima gauti tą vandenilį sudeginus? Gautą rezultatą paaiškinkite pagal energijos tvermės dėsnį. Vandenilio elektrocheminis ekvivalentas $0,01045 \text{ mg/C}$, degimo šiluma 145 MJ/kg .

Panaudojame elektrolizės dėsnį $m=kq$ ir kondensatoriaus krūvio ir potencialų skirtumo sąryšį $U=q/C$. Gauname $m=kCU$, $m=6,27 \cdot 10^{-11} \text{ kg}$. Sudeginus tokį vandenilio kiekį gaunamas energijos kiekis $Q=\lambda m$, $Q=9,1 \cdot 10^{-3} \text{ J}$. Kondensatoriuje sukauptas energijos kiekis $W=CU^2/2$, $W=1,8 \text{ J}$. Kaip matome, $W \gg Q$. Tai rodo, kad tik nedidelė kondensatoriaus energijos dalis tenka vandenilio degimo reakcijai, daugiausia energijos tampa šiluma tekant elektros srovei elektrolizės metu..

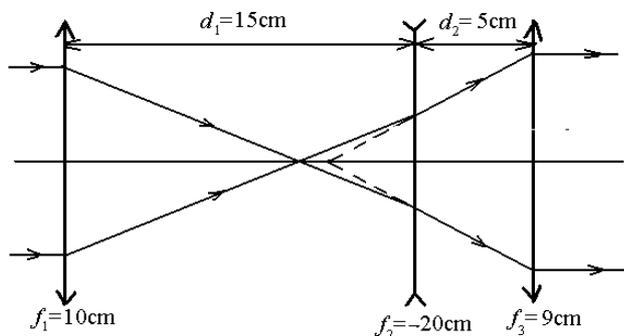
9. Vilniaus radijo stotis transliuoja laidas 451 m ilgio radijo bangomis. Kokios talpos kondensatorių reikia įjungti į radijo imtuvo virpamąjį kontūrą, kuriame yra 3 mH induktyvumo ritė, kad imtuvas būtų suderintas transliuojamai laidai?

Iš virpamojo kontūro periodo formulės $T = 2\pi\sqrt{LC}$ bei periodo ir bangos ilgio sąryšio $T = \lambda/c$ gauname $C = \lambda^2/(4\pi^2c^2L)$, $C = 19 \text{ pF}$.

10. Į trijų lęšių optinę sistemą, išilgai optinės ašies, krenta lygiagretus spindulių pluoštas. Kokiu atstumu už optinės sistemos spinduliai susirinks į tašką, jei atstumas tarp pirmojo ir antrojo lęšių 15 cm, tarp antrojo ir trečiojo 5 cm? Pirmojo ir trečiojo glaudžiančiųjų lęšių židinio nuotoliai 10 cm ir 9 cm, o antrojo sklaidančiojo –20 cm.

Lygiagretus spindulių pluoštas pirmiausiai susirenka pirmojo lęšio galinio židinio taške, 5cm iki antrojo lęšio. Remiantis lęšio lygtimi $1/d + 1/f = 1/F$, kai $d = 5\text{cm}$, $F = -20\text{cm}$, gauname, kad antrasis lęšis pirmojo lęšio galinio židinio tašką atvaizduoja $f = Fd / (d - F) = -4\text{cm}$, t.y. 4cm prieš antrąjį lęšį, ten kur yra trečiojo lęšio priekinis židinis, todėl praėję trečiąjį lęšį spinduliai eis lygiagrečiai optiniam ašiai ir už optinės sistemos į tašką nesusirinks arba susirinks begalybėje.

Ats: sistema teleskopinė, spindulių pluoštas už optinės sistemos lygiagretus, spinduliai susirenka begalybėje.



Pastaba: ši informacija interneto svetainėje www.olimpas.lt skelbiama nuo 2004 04 22.