Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky

Úlohy regionálního kola 39. ročníku FO kategorie C

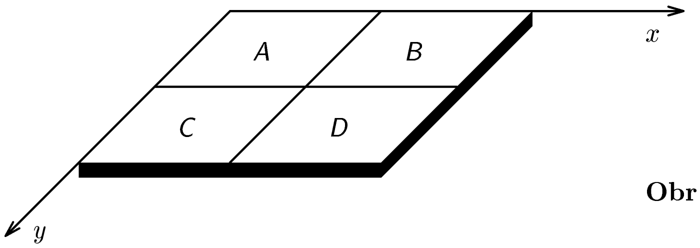
1. Tenká homogenní čtvercová deska o straně a a hmotnosti m má těžiště ve svém geometrickém středu. Desku rozdělíme na čtyři stejné části A, B, C, D — viz obr. 1. Určete souřadnice těžiště tělesa, které vznikne:

a) oddělením části D,

b) oddělením části D, kterou následně položíme na část A,

c) oddělením části D, kterou následně položíme na část B.

Řešte obecně, potom pro hodnotu $a = 40{,}0$ cm.



Obr. 1

2. Na pružině o tuhosti k je zavěšena kulička o hmotnosti m_1, která kmitá s amplitudou y_m. Hmotnost pružiny zanedbáváme. Určete:

a) výchylku, při které je kinetická energie kuličky rovna potenciální energii kmitání,

b) poměr kinetické energie a potenciální energie kmitání, je-li okamžitá výchylka rovna polovině amplitudy.

Kuličku zaměníme za jinou o hmotnosti $m_2 = 4m_1$, která kmitá se stejnou amplitudou. Určete:

c) poměr period obou kuliček $T_1 : T_2$,

d) poměr celkových energií kmitavých pohybů $E_1 : E_2$.

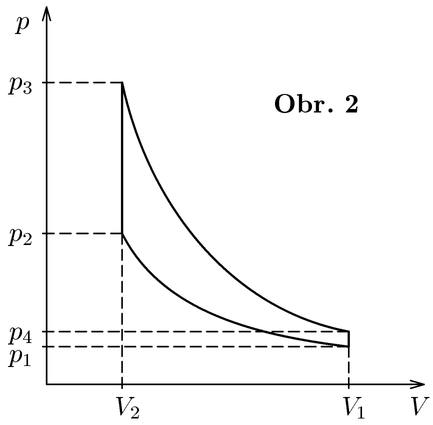
Řešte obecně, potom pro hodnoty: $k = 10$ N/m, $m_1 = 50$ g, $y_\mathrm{m} = 6{,}0$ cm.

3. Ideální plyn s dvouatomovými molekulami o látkovém množství n prošel kruhovým dějem dle obr. 2. Děj *1 – 2* je izotermická komprese, děje *2 – 3* a *4 – 1* jsou izochorické, děj *3 – 4* je adiabatická expanze. Platí $V_1 : V_2 = 4$, $p_3 : p_2 = 2$, Poissonova konstanta je $\varkappa = 1{,}4$.

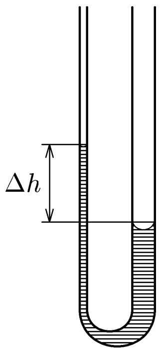
a) V kterých částech kruhového děje plyn koná nebo spotřebovává práci? Vyjádřete tyto práce pomocí veličin p_1, V_1.

b) V kterých částech kruhového děje plyn přijímá teplo? Přijaté teplo vyjádřete pomocí veličin p_1, V_1.

c) Určete účinnost tohoto kruhového děje.



Obr. 2



Obr. 3

4. Dvě svislé spojené kapiláry o vnitřních průměry d a D byly částečně zaplněny vodou (obr 3). Při teplotě t_1, kdy má voda hustotu ϱ_1, je hladina v užší kapiláře výše o $(\Delta h)_1$. Při teplotě t_2 má voda hustotu ϱ_2 a hladina v užší kapiláře je výše o $(\Delta h)_2$.

a) Určete povrchová napětí vody σ_1, σ_2 při teplotách t_1 a t_2.

b) Závislost povrchového napětí vody na teplotě je v intervalu (t_1, t_2) prakticky lineární a můžeme ji zapsat ve tvaru

$$\sigma = \sigma_1[1 + \alpha(t - t_1)],$$

kde α je teplotní součinitel povrchového napětí vody pro vztažnou teplotu t_1. Určete hodnotu součinitele α.

c) Určete povrchové napětí vody při teplotě t_3.

Řešte obecně, potom pro hodnoty: $t_1 = 20{,}0\ °\mathrm{C}$, $t_2 = 70{,}0\ °\mathrm{C}$, $t_3 = 45{,}0\ °\mathrm{C}$, $d = 0{,}100\,\mathrm{mm}$, $D = 0{,}300\,\mathrm{mm}$, $\varrho_1 = 998{,}2\,\mathrm{kg\cdot m^{-3}}$, $\varrho_2 = 977{,}8\,\mathrm{kg\cdot m^{-3}}$, $g = 9{,}81\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$, $(\Delta h)_1 = 199$ mm $(\Delta h)_2 = 173$ mm. Předpokládejte, že voda dokonale smáčí stěny nádoby. Teplotní roztažnost skla zanedbejte.