Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky

Úlohy regionálního kola 44. ročníku FO kategorie C

Ve všech úlohách počítejte s tíhovým zrychlením $g = 9{,}8\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$.

1. Nákladní vlak se pomalu rozjížděl se stálým zrychlením. Podél trati stojí sloupy; vzdálenost sousedních sloupů je $l = 200$ m. Čtyři sloupy za sebou očíslujeme 1, 2, 3, 4. Přední konec vlaku urazil úsek mezi sloupy 1 a 2 za dobu $t_1 = 26{,}9$ s a mezi sloupy 2 a 3 za dobu $t_2 = 21{,}8$ s. Určete:

a) zrychlení vlaku a,

b) rychlost v, kterou míjí přední konec vlaku sloup 2 a dráhu s uraženou od začátku pohybu ke sloupu 2,

c) dobu t_3, za kterou přední konec vlaku urazí úsek mezi sloupy 3 a 4.

Řešte nejprve obecně, pak pro dané hodnoty.

2. Těleso zavěšené na pružině kmitá harmonicky ve svislém směru s amplitudou výchylky y_m a frekvencí f. Počátek vztažné soustavy volíme v rovnovážné poloze tělesa, osa y je svislá. V čase $t = 0$ prochází těleso rovnovážnou polohou ve směru kladné poloosy y. Potenciální energii soustavy v rovnovážné poloze volíme jako nulovou. Určete:

a) amplitudu rychlosti v_m a amplitudu zrychlení a_m,

b) rychlost a zrychlení při výchylce $y = y_\mathrm{m}/2$,

c) čas, ve kterém těleso poprvé dosáhne výchylky $y = y_\mathrm{m}/2$

d) poměr kinetické a potenciální energie při výchylce $y = y_\mathrm{m}/2$.

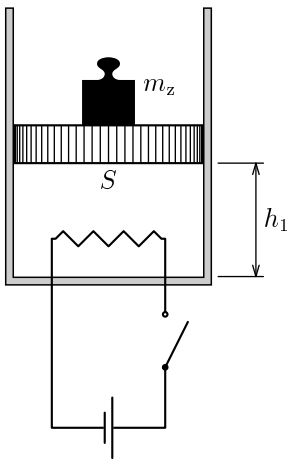
Řešte obecně, potom pro hodnoty: $f = 4{,}0$ Hz, $y_\mathrm{m} = 12$ cm.

3. V nádobě tvaru válce se svislou osou je dokonale těsnícím pístem uzavřen vzduch (obr. 1). Píst se pohybuje ve válci bez tření. Stěny nádoby i píst jsou dokonale tepelně nevodivé. Na pístu je položeno závaží o hmotnosti m_z. Hmotnost pístu je zanedbatelná vzhledem k hmotnosti závaží. Vzduch o teplotě t_1 vyplňuje válcový objem o výšce h_1. Atmosférický tlak nad pístem je p_0.

Vzduch izobaricky ohřejeme pomocí topné spirálky o elektrickém příkonu P, kterou zapneme na dobu τ. Objem spirálky a její tepelná kapacita jsou zanedbatelné. Určete

a) teplo, které přijme vzduch ve válci.
b) výslednou teplotu t_2 vzduchu v nádobě.
c) výslednou výšku h_2 válcového objemu vzduchu.
d) práci, kterou vzduch při izobarickém ději vykoná.
e) změnu vnitřní energie vzduchu.

Řešte obecně a pro hodnoty: $p_0 = 1{,}00 \cdot 10^5$ Pa, $S = 1{,}00$ dm^2, $h_1 = 100$ mm, $t_1 = 27$ °C, $m_\mathrm{z} = 10{,}0$ kg, $P = 50{,}0$ W, $\tau = 10{,}0$ s. Molární hmotnost vzduchu je $M_\mathrm{m} = 29{,}0 \cdot 10^{-3}$ kg $\cdot$ mol^{-1}, měrná tepelná kapacita při stálém tlaku $c_p = 1{,}005$ kJ $\cdot$ kg^{-1} $\cdot$ K^{-1}.



Obr. 1

4. Jeden konec ocelové tyče o délce l a průřezu S je udržován na konstantní teplotě $t_1 > 0$, druhý konec je ponořen do tajícího ledu teploty 0 °C. Celá tyč kromě konců je dokonale tepelně izolovaná od okolí. Určete teplotu t_1, jestliže za dobu τ roztaje led o hmotnosti m. Jaký tepelný výkon se tyčí přenáší?

Řešte obecně, potom pro hodnoty: $l = 20$ cm, $S = 3{,}0$ cm^2, $\tau = 10$ minut, $m = 40{,}0$ g. Součinitel tepelné vodivosti oceli je $\lambda = 50$ W $\cdot$ m^{-1} $\cdot$ K^{-1}, měrné skupenské teplo tání ledu je $l_\mathrm{t} = 334$ kJ $\cdot$ kg^{-1}.