Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky

Úlohy regionálního kola 45. ročníku FO kategorie C

Ve všech úlohách počítejte s tíhovým zrychlením $g = 9{,}81\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$.

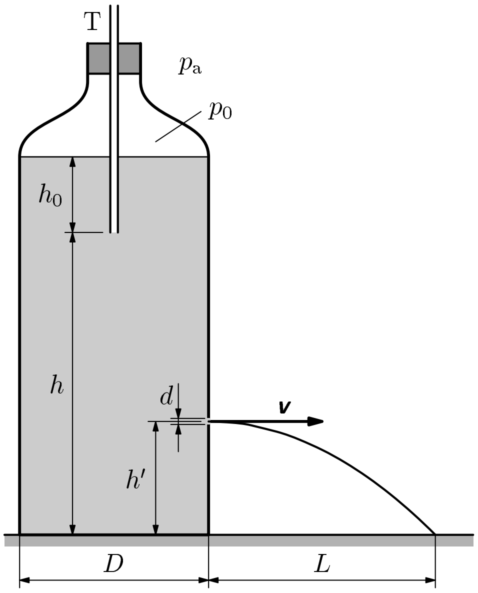
1. Válcová nádoba ve tvaru Mariottovy lahve (obr. 1) o vnitřním průměru $D = 200$ mm má uzávěrem prostrčenu úzkou trubičku T, jejíž spodní konec je výšce $h = 500$ mm nad dnem. Hladina vody v nádobě je nad spodním koncem trubičky.

a) V jaké výšce h' nad dnem musíme udělat otvor, aby po dobu, než hladina klesne ke spodnímu okraji trubičky, vodorovně vytékající voda dopadala do vodorovné vzdálenosti $L = 300$ mm? Jaká bude výtoková rychlost?

b) Určete rozdíl tlaků $\Delta p = p_\mathrm{a} - p_0$, kde p_a je atmosférický tlak a p_0 je tlak vzduchu nad hladinou v lahvi v okamžiku, kdy se hladina vody v nádobě nachází ve výšce $h_0 = 100$ mm nad spodním okrajem trubičky.

c) Za jakou dobu T klesne hladina z výšky h_0 ke spodnímu okraji trubičky, je-li průměr otvoru $d = 4{,}0$ mm?

Kontrakci vodního proudu za otvorem a odpor vzduchu neuvažujte. Vodu považujte za ideální kapalinu s hustotou $\varrho = 1\,000\ \mathrm{kg \cdot m^{-3}}$.



Obr. 1

2. Malé těleso o hmotnosti m je zavěšeno na vlákně stálé délky, jehož hmotnost je zanedbatelná vzhledem k hmotnosti tělesa.

a) Určete úhel α, o který je nutno napjaté vlákno s tělesem vychýlit, aby při kývání celkové zrychlení tělesa mělo v krajních polohách stejnou velikost jako při průchodu rovnovážnou polohou.

b) Určete úhel α_1, o který je nutno napjaté vlákno s tělesem vychýlit, aby při kývání síla napínající vlákno v rovnovážné poloze měla dvojnásobnou velikost než síla napínající vlákno v krajní poloze.

3. Těleso o hmotnosti $m = 0{,}300$ kg zavěšené na pružině zanedbatelné hmotnosti koná harmonické kmity. Závislost okamžité rychlosti na čase je zachycena v grafu na obr. 2. Určete:

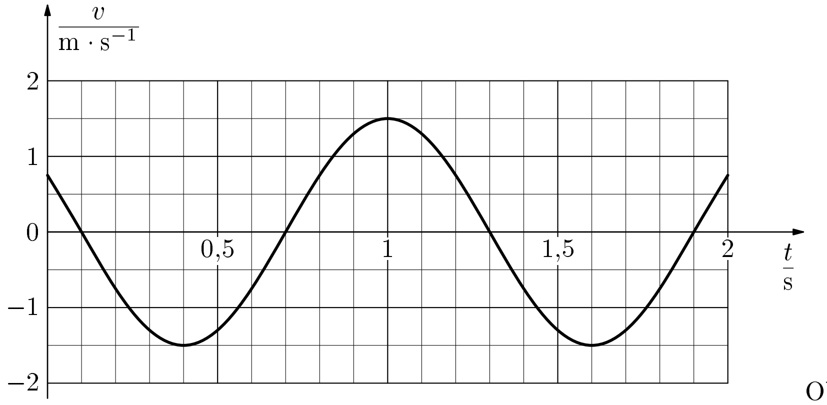
a) amplitudu výchylky y_m a amplitudu zrychlení a_m,

b) tuhost pružiny k,

c) mechanickou energii kmitů E_km,

d) průměrnou rychlost tělesa v_p,

e) prodloužení pružiny Δl způsobené zavěšením tělesa.



Obr. 2

4. V termosce o tepelné kapacitě K je topné tělísko o odporu R, jehož tepelnou kapacitu můžeme zanedbat, obklopené ledem o hmotnosti m a teplotě t_1. Topné tělísko připojíme k elektrickému zdroji. Jaké musí být napětí zdroje U, aby za dobu τ led roztál a teplota uvnitř termosky stoupla na t_2?

Řešte obecně a pro hodnoty: $K = 55\ \mathrm{J \cdot K^{-1}}$, $m = 0{,}85$ kg, $t_1 = -8{,}0$ °C, $t_2 = 25{,}0$ °C, $R = 5{,}8\ \Omega$, $\tau = 45$ min. Měrné tepelné kapacity ledu a vody jsou $c_1 = 2\,100\ \mathrm{J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}}$ a $c_2 = 4\,200\ \mathrm{J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}}$, měrné skupenské teplo tání ledu je $l_\mathrm{t} = 332\ \mathrm{kJ \cdot kg^{-1}}$.

Pro dané hodnoty strojte graf závislosti teploty na čase během celého děje.