Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky

Úlohy krajského kola 53. ročníku FO kategorie C

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

1. Puk na ledě

Puk se pohybuje po ledě tak, že vzdálenost l urazí za dobu t a následující úsek o stejné délce za dobu $1{,}5t$. Určete

a) rychlosti v_1, v_2 puku na konci prvního a druhého úseku,

b) délku s třetího úseku, na kterém se puk zastaví, a dobu t_3 pohybu puku na třetím úseku.

Předpokládáme, že povrch ledu je všude stejný. Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty $l = 20$ m, $t = 3{,}0$ s.

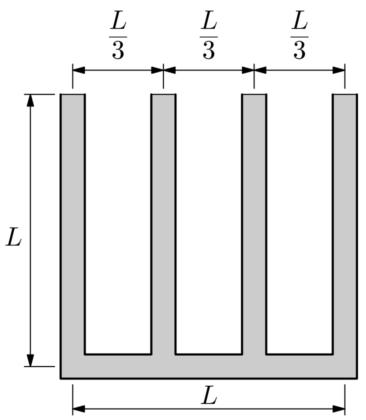
2. Spojené nádoby

Spojené nádoby jsou vytvořeny z jedné vodorovné a čtyř svislých trubic o stejné délce L a stejném průřezu. Průměr trubic je malý v porovnání s jejich délkou (obr. 1). Nádoby byly po okraj naplněny vodou a uvedeny do zrychleného pohybu vpravo.

a) Jaké hodnoty dosáhlo zrychlení, jestliže z nádob vytekly 3/20 celkového objemu vody? Jaké byly v tomto okamžiku výšky hladin v jednotlivých svislých trubicích?

b) Při opakovaném pokusu byly nádoby opět naplněny po okraj a znovu uvedeny do zrychleného pohybu vpravo. Jaké bylo zrychlení spojených nádob v okamžiku, kdy hladina v pravé krajní trubici poklesla do výšky $0{,}75L$? Jaká část celkového objemu vody vytekla?

Kapilární jevy zanedbejte.



Obr. 1

3. Šikmý vrh

Těleso je vrženo šikmo vzhůru počáteční rychlostí $\boldsymbol{v}_0$ pod úhlem α.

a) Určete souřadnice bodů trajektorie tělesa, v nichž je jeho kinetická energie rovna potenciální energii tíhové vzhledem k vodorovné rovině procházející místem vrhu.

b) Určete velikost a směr rychlosti tělesa v těchto bodech.

Odpor vzduchu proti pohybu tělesa zanedbejte. Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty: $v_0 = 15\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$, $\alpha = 60°$.

4. Plnění ocelové bomby kyslíkem

V ocelové bombě o objemu 20 litrů je uzavřen kyslík o hmotnosti 4,23 kg pod tlakem 15 MPa.

a) Určete teplotu kyslíku v bombě, pokud bychom považovali kyslík za ideální plyn, pro který platí stavová rovnice ideálního plynu.

b) Určete teplotu kyslíku podle van der Waalsovy stavové rovnice s koeficienty $a = 0{,}138\ \mathrm{m^6 \cdot Pa \cdot mol^{-2}}$, $b = 32 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{m^3 \cdot mol^{-1}}$.

c) V jakém skupenství se nachází kyslík stlačený v ocelové bombě?

Řešte nejprve obecně, pak pro dané hodnoty. Uvažujte, že ocelová bomba má stálý vnitřní objem, který se po naplnění kyslíkem nemění. Všechny vypočtené teploty vyjádřete ve stupních Celsia.

Van der Waalsova stavová rovnice pro n molů plynu má tvar

$$\left(p + n^2 \frac{a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT.$$

Kritická teplota van der Waalsova plynu je dána vztahem

$$T_\mathrm{k} = \frac{8}{27}\frac{a}{Rb}.$$