



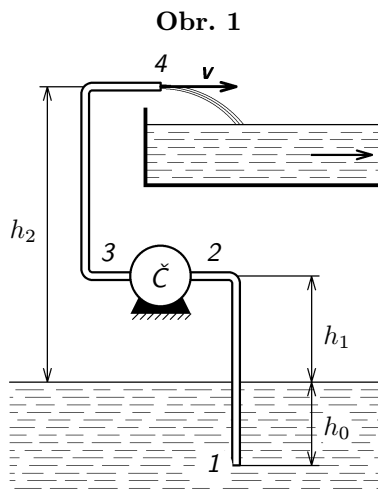
Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky
Úlohy regionálního kola 38. ročníku FO
kategorie C

1. Čerpadlo čerpá vodu z řeky potrubím stálého průřezu o plošném obsahu S do koryta zavlažovací soustavy (obr. 1). Objemový průtok vody má stálou hodnotu Q_V . Sací otvor 1 potrubí je ve hloubce h_0 pod hladinou řeky. Vstupní otvor 2 a výstupní otvor 3 čerpadla jsou ve stejné výšce h_1 nad hladinou řeky. Výtokový otvor 4 potrubí je ve výši h_2 nad hladinou řeky. Okolní vzduch má atmosférický tlak p_a .

- a) Určete rychlost v proudící vody v potrubí.
b) Jaký tlak by měla voda
v sacím otvoru,
ve vstupním otvoru čerpadla,
ve výstupním otvoru čerpadla
a ve výtokovém otvoru potrubí,
kdyby se chovala jako ideální kapalina?
Návod: Použijte „úplnou“ Bernoulliovu rovnici pro ideální kapaliny:

$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{konst.}$$

- c) S jakým výkonem by v takovém případě čerpadlo pracovalo?
d) Určete výkon P' a účinnost η čerpací jednotky, jestliže ve skutečnosti musí být mezi vstupním a výstupním otvorem čerpadla udržován tlakový rozdíl p_r (větší, než jaký vychází z výpočtu pro ideální kapalinu).
e) Do jaké největší výšky $h_{1\max}$ bychom mohli při daných hodnotách Q_V a S čerpadlo umístit, kdyby se voda chovala jako ideální kapalina?



Řešte obecně, pak pro hodnoty: $Q_V = 3,6 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, $S = 5,0 \text{ cm}^2$,

$$g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}, \quad \rho = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}, \quad h_0 = 0,6 \text{ m}, \quad h_1 = 1,5 \text{ m}, \quad h_2 = 6,2 \text{ m},$$

$$p_a = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}, \quad p_r = 120 \text{ kPa}.$$

2. Na obrázku v příloze jsou grafy závislostí výchylky, rychlosti a zrychlení harmonického pohybu na čase. Na vodorovné ose jsou vyneseny číselné hodnoty času v sekundách, na svislé ose pak číselné hodnoty okamžité výchylky v metrech. Určete:

- a) periodu, frekvenci a úhlovou frekvenci,
- b) amplitudu výchylky a počáteční fázi výchylky,
- c) amplitudu rychlosti,
- d) amplitudu zrychlení,

Napište rovnici pro:

- e) okamžitou výchylku,
- f) okamžitou rychlost,
- g) okamžité zrychlení tohoto harmonického pohybu.

- d) Na pomocné svislé ose v pravé části obrázku doplňte měřítko a jednotky rychlosti a zrychlení.

3. Vzduch o hmotnosti m má tlak p_1 a teplotu T_1 . Tlak vzduchu klesne na hodnotu p_2 dějem: 1. izochorickým, 2. izotermickým, 3. adiabatickým.

- a) Určete stavové veličiny na konci každého děje.
- b) Znázorněte děje v p, V diagramu.
- c) Určete změnu vnitřní energie a vykonanou práci při ději izochorickém a adiabatickém.
- d) Určete změnu vnitřní energie při ději izotermickém.
- e) Podle diagramu rozhodněte, při kterém z dějů vykoná plyn největší práci.

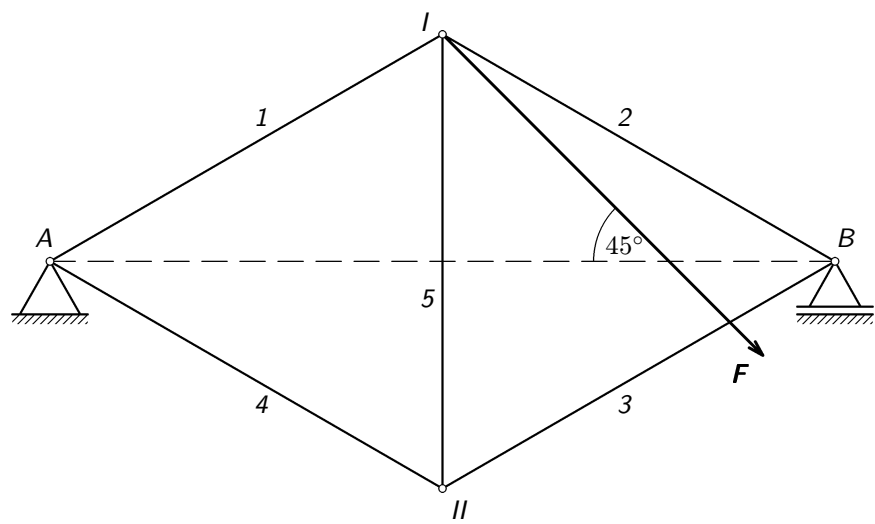
Řešte obecně, potom pro hodnoty: $m = 1,00 \text{ kg}$, $p_1 = 10,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$,

$$T_1 = 500 \text{ K}, p_2 = 1,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}, \kappa = 1,40, c_p = 1,0005 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1},$$

$$M_m = 29,0 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

4. Na prutovou soustavu ve tvaru dvou rovnostranných trojúhelníků podle obr. 2 působí ve styčniku I síla o velikosti $F = 6000 \text{ N}$, jejíž nositelka má vzhledem k přímce procházející styčníky A, B sklon 45° . Délka každého z prutů je 600 mm . Grafickým postupem určete:

- a) Velikost a kartézské souřadnice reakcí R_A a R_B v podporách A, B .
- b) Velikost sil v prutech 1, 2, 3, 4, 5.
- c) Které z prutů jsou namáhány na tlak a které na tah.



Obr. 2

Příloha

Po doplnění se odevzdává jako součást řešení druhé úlohy.

