

**LI MIĘDZYSZKOLNY TURNIEJ FIZYCZNY**  
**dla uczniów szkół ponadgimnazjalnych**  
**w roku szkolnym 2008/09**  
**WZORCOWE ROZWIĄZANIE DO ZADANIA NR 3**

Warunkiem na to, aby po otwarciu zaworu pierwszy tłok opadł na dno naczynia jest to, aby siła ciężenia była większa od wypadkowej sił parcia działających na tłok z góry i z dołu

$$m_1 g > (p - p_0) S_1, \quad (1)$$

natomiast warunek równowagi dla drugiego tłoka znajdującego się powyżej dna ma postać:

$$(p - p_0) S_2 = m_2 g. \quad (2)$$

( $S_1$  i  $S_2$  są powierzchniami tłoków).

Przy pomocy (1) i (2) można zapisać następujący warunek:

$$\frac{m_1}{m_2} > \frac{S_1}{S_2} = \frac{d_1^2}{d_2^2}. \quad (3)$$

Podstawienie danych liczbowych do powyższej relacji pozwala stwierdzić, że po otwarciu zaworu pierwszy tłok opadnie na dno naczynia.

Przed otwarciem zaworu warunek równowagi pierwszego tłoka ma postać:

$$(p_1 - p_0) S_1 = m_1 g \quad (4)$$

natomiast równanie stanu gazu jest następujące:

$$\frac{p_1 V_1}{T} = C_1 = \text{const}. \quad (5)$$

Z (4) i (5) mamy:

$$C_1 = \frac{1}{T} (p_0 S_1 h_1 + m_1 g h_1). \quad (6)$$

Analogicznie dla drugiego gazu można napisać:

$$C_2 = \frac{1}{T} (p_0 S_2 h_2 + m_2 g h_2). \quad (7)$$

Po długim czasie od otwarcia zaworu (po wymieszaniu się gazów oraz po wyrównaniu temperatury gazów z otoczeniem) mamy, że:

$$\frac{p'_1 V}{T} = C_1 \quad (8)$$

$$\frac{p'_2 V}{T} = C_2, \quad (9)$$

Ciśnienie w naczyniu po wymieszaniu się gazów oraz po wyrównaniu temperatury gazów z otoczeniem będzie równe:

$$p = p'_1 + p'_2 = \frac{T}{V}(C_1 + C_2). \quad (10)$$

Ponieważ pierwszy tłok opada na dno pierwszego naczynia więc objętość gazu w drugim naczyniu jest równa

$$V = S_2 h, \quad (11)$$

gdzie  $h$  jest szukaną różnicą poziomów tłoków.

Równanie (11), (10), (7), (6), (2) dają

$$h = \frac{\frac{\pi}{4} p_0 (d_1^2 h_1 + d_2^2 h_2) + g(m_1 h_1 + m_2 h_2)}{\frac{\pi}{4} d_1^2 p_0 + m_2 g}, \quad (12)$$

czyli po podstawieniu danych liczbowych otrzymujemy, że:

$$h = 0,75m. \quad (13)$$

Innymi słowy po wymieszaniu gazów wysokość tłoka w pierwszym naczyniu będzie  $h'_1 = 0$  natomiast w drugim naczyniu będzie  $h'_2 = h$ .

Punktacja:

warunek (3) - 3p

relacje (4),(5) - 2p

relacje (8) - 2p

wzór (10) - 1p

wzór (11) - 1p

wynik liczbowy (13) - 1p