

L MIĘDZYSZKOLNY TURNIEJ FIZYCZNY
dla uczniów szkół ponadgimnazjalnych
w roku szkolnym 2007/08
WZORCOWE ROZWIĄZANIE ZADANIA NR 2

Ponieważ w procesie adiabatycznym nie ma wymiany ciepła, to w rozważanym cyklu ciepło może być pobierane ze źródła tylko na drodze 1-2 i oddawane do chłodnicy tylko na drodze 3-1. Ponieważ na drodze 1-2 mamy do czynienia z przemianą izochoryczną, więc

$$Q_{pobrane} = Q_{12} = n_m C_v (T_2 - T_1), \quad (1)$$

gdzie n_m jest ilością moli gazu, C_v ciepłem właściwym przy stałej objętości. Na drodze 1-3 przemiana jest izobaryczna, a zatem

$$Q_{oddane} = Q_{31} = n_m C_p (T_3 - T_1), \quad (2)$$

gdzie C_p - ciepło właściwe przy stałym ciśnieniu. Na drodze 1-2 mamy

$$\frac{p_2}{T_2} = \frac{p_1}{T_1}, \quad (3)$$

a na drodze 3-1 mamy

$$\frac{V_3}{T_3} = \frac{V_1}{T_1}, \quad (4)$$

co po podstawieniu odpowiednio do (1) i (2) daje

$$Q_{12} = n_m C_v T_1 \left(\frac{p_2}{p_1} - 1 \right), \quad (5)$$

$$Q_{31} = n_m C_p T_1 \left(\frac{V_3}{V_1} - 1 \right). \quad (6)$$

Z kolei na drodze 2-3 spełniona jest zależność

$$p_2 V_2^\kappa = p_3 V_3^\kappa, \quad (7)$$

co po uwzględnieniu, że $V_2 = V_1$ oraz $p_3 = p_1$ daje

$$\frac{V_3}{V_1} = \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1}{\kappa}}. \quad (8)$$

Wobec tego sprawność silnika to

$$\eta = 1 - \frac{Q_{oddane}}{Q_{pobrane}} = 1 - \kappa \frac{\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1}{\kappa}} - 1}{\frac{p_2}{p_1} - 1}. \quad (9)$$

Po podstawieniu danych mamy $\eta = 10,3\%$.

Uwaga: istnieje alternatywny sposób rozwiązania polegający na wyliczeniu pracy użytecznej w cyklu równej $W_{23} - W_{31}$. Ten sposób jest jednak nieco żmudniejszy.

Proponowana punktacja:

1. Wyliczenie ciepła pobranego (1) i oddanego (2) - max. 2 pkt.
2. Podanie zależności (3), (4), (8) - max. 3 pkt.
3. Poprawne wyliczenie sprawności silnika (9) - max. 4 pkt.
4. Prawidłowe wyliczenie liczbowe sprawności silnika - max. 1 pkt.