

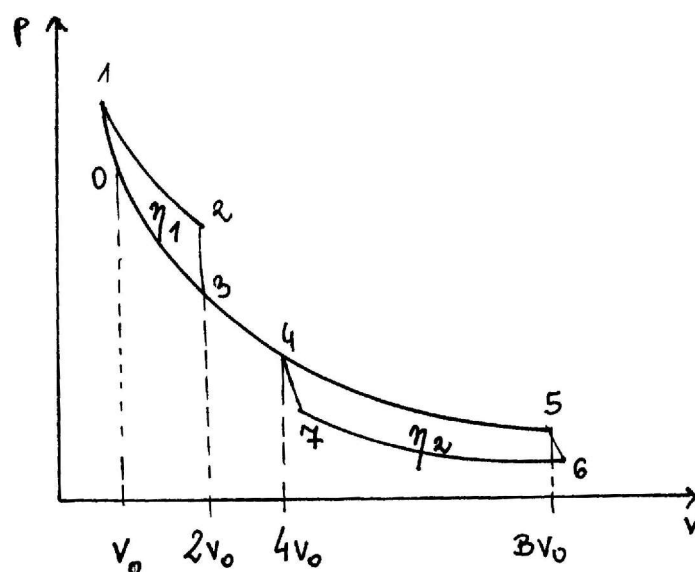
XLII OLIMPIADA FIZYCZNA ETAP I

Zadanie teoretyczne

ZADANIE T3

Nazwa zadania: „Gaz”

Dany jest cykl C (ryc. 9) w którym gazem roboczym jest pewien gaz doskonały. Cykl przebiega przez zaznaczone na diagramie p-V punkty w następującej kolejności O—1—2—3—4—5—6—7—4—3—0.



Ryc.9

Procesy przebiegające pomiędzy punktami 1—2, 3—4—5, 6—7 oraz 3—0 są przemianami izotermicznymi, natomiast procesy O—1, 2—3, 5—6 i 7—4 są przemianami adiabatycznymi. Na osi V podane są objętości gazu odpowiadające punktom O, 3, 4 i 5. Wiedząc, że sprawność cyklu $C_1(0—1—2—3—0)$ wynosi η_1 a sprawność cyklu $C_2(7—4—5—6—7)$ wynosi η_2 , oblicz sprawność cyklu C.

ROZWIĄZANIE ZADANIA T3

Sprawność cyklu C wyraża się wzorem

$$\eta = \frac{\Delta L_1 + \Delta L_2}{Q_1 + Q_{12} + Q_2} = \frac{Q_1 \eta_1 + Q_2 \eta_2}{Q_1 + Q_{12} + Q_2} \quad (1)$$

gdzie Q_i oraz L_i oznaczają ciepło pobrane oraz pracę wykonaną przez gaz odpowiednio w cyklu $C_i (i=1,2)$, zaś Q_{12} oznacza ciepło pobrane przez gaz na odcinku 3—4 (suma prac wykonanych przez gaz między punktami 3 i 4 wynosi zero). Ponieważ z definicji sprawność η_1 wynosi

$$\eta_1 = \frac{Q_1 - Q_{\text{oddane}}}{Q_1} \quad (2)$$

otrzymujemy:

$$Q_1 = \frac{Q_{\text{oddane}}}{1 - \eta_1} \quad (3)$$

Korzystając z pierwszego prawa termodynamiki $\Delta U = \Delta Q - p\Delta V$ oraz z faktu, że droga 3—0 jest izotermą ($\Delta U = 0$), obliczamy

$$Q_{\text{oddane}} = \int_{-2v_0}^{v_0} p dv = p_0 v_0 \int_{v_0}^{2v_0} v^{-1} dv = p_0 v_0 \ln 2 \quad (4)$$

gdzie p_0 jest ciśnieniem gazu w punkcie 0. Ostatecznie dla ciepła pobranego Q_1 mamy:

$$Q_1 = \frac{p_0 v_0 \ln 2}{1 - \eta_1} \quad (5)$$

Analogicznie jak Q_{oddane} , obliczamy ciepła pobrane przez gaz na drogach 3—4 i 4—5:

$$Q_{12} = p_0 v_0 \int_{2v_0}^{4v_0} v^{-1} dv = p_0 v_0 \ln 2 \quad (6)$$

$$Q_2 = p_0 v_0 \int_{4v_0}^{8v_0} v^{-1} dv = p_0 v_0 \ln 2 \quad (7)$$

Po podstawieniu obliczonych ciepł do wzoru (1) otrzymujemy ostatecznie

$$\eta = \frac{\eta_1(1 - \eta_1)^{-1} + \eta_2}{(1 - \eta_1)^{-1} + 1 + 1} = \frac{\eta_1 + \eta_2 + \eta_{12}}{3 - 2\eta_1} \quad (8)$$

Punktacja:

Wzór (1) do 4 p-któw

Wzory (2—7) łącznie do 3 p-któw

Wzór końcowy (8) do 3 p-któw

Źródło:
Zadanie pochodzi z „Druk OF”

Komitet Okręgowy Olimpiady Fizycznej w Szczecinie
www.of.szc.pl