

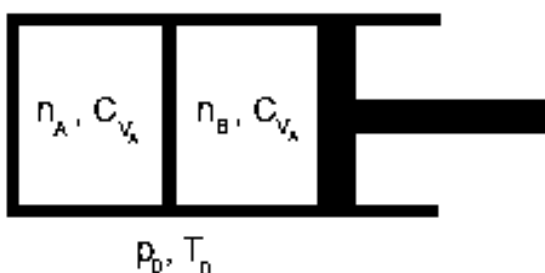
XLIII OLIMPIADA FIZYCZNA ETAP III

Zadania teoretyczne

ZADANIE T2

Nazwa zadania: „Dwie komory z gazem”

W cylindrze zamkniętym tłokiem znajdują się dwa gazy doskonałe – $n_A = 0,5$ mola gazu A o molowym cieple właściwym $C_{VA} = 12,47 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \text{K}^{-1}$ oraz $n_B = 0,7$ mola gazu B o molowym cieple właściwym $C_{VB} = 21,06 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \text{K}^{-1}$ (oba ciepła przy stałej objętości). Gaz oddziela szczelna, ruchoma przegroda mogąca poruszać się bez tarcia. Początkowo gazy A i B znajdowały się pod normalnym ciśnieniem atmosferycznym p_0 i miały temperaturę $T_0 = 300 \text{ K}$. Gazy poddano sprężaniu poprzez bardzo powolny ruch tłoka aż do momentu, gdy osiągnęły temperaturę $T_K = 348 \text{ K}$.



Ryc. 3

Przyjmując, że:

- ani cylinder, ani tłok nie przewodzą ciepła,
 - przegroda doskonale przewodzi ciepło,
 - pojemność cieplna przegrody jest równa zero.
- Oblicz ciepło, które przepłynęło przez przegrodę i wskaż kierunek jego przepływu;
 - Opisz procesy przekazu energii zachodzące podczas sprężania.

ROZWIĄZANIE ZADANIA T2

Ponieważ proces sprężania zachodzi powoli, to mamy do czynienia z ciągiem stanów równowagi, dla których spełnione są równości $p = p_A = p_B$ i $T = T_A = T_B$. Z równania Clapeyrona dla obu gazów

$$pV_A = n_A RT \quad \text{oraz} \quad pV_B = n_B RT$$

otrzymujemy

$$V_A = \frac{n_A}{n_B} V_B \quad (1)$$

a dla infinitezimalnych przyrostów objętości gazów $-dV_A = \left(\frac{n_A}{n_B}\right)dV_B$. Praca

wykonana nad gazem A podczas sprężania wynosi

$$W_A = - \int_{V_{AO}}^{V_{Ak}} p dV_A = -n_A R \int_{V_{AO}}^{V_{Ak}} T \frac{dV_A}{V_A} = \frac{n_A}{n_B} \left(-n_B R \int_{V_{BO}}^{V_{Bk}} T \frac{dV_B}{V_B} \right) = \frac{n_A}{n_B} W_B \quad (2)$$

gdzie dolne granice całkowania są równe objętością początkowym (0), a górne – objętością końcowym (k) gazów A i B. Załóżmy, że ciepło Q przepływa od B do A podczas sprężania gazów. Zgodnie z I zasadą termodynamiki mamy

$$\Delta U_A = n_A C_{VA} \Delta T = Q + W_A \quad (3)$$

$$\Delta U_B = n_B C_{VB} \Delta T = -Q + W_B \quad (4)$$

gdzie $\Delta T = T_k - T_0$. Z równań (2), (3) i (4) otrzymujemy

$$Q = \frac{n_A n_B}{n_A + n_B} (C_{VA} - C_{VB}) \Delta T \cong -120,3 J \quad (5)$$

Ze względu na to, że Q jest ujemne, ciepło przepływa od gazu A do gazu B. Podukłady A i B, traktowane jako jeden układ, poddane są przemianie adiabatycznej, jednak w żadnym z podukładów A i B, traktowanych osobno, nie zachodzi przemiana adiabatyczna. Ciepło przepływa z podukładu o mniejszym cieple właściwym do podukładu o większym cieple właściwym C_V .

Źródło:

Zadanie pochodzi z czasopisma „Fizyka w Szkole”

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