

**XXXIX OLIMPIADA FIZYCZNA (1988/1989). Stopień III, zadanie teoretyczne – T2.****Źródło:** Komitet Główny Olimpiady Fizycznej, Fizyka w Szkole Nr 1, 1991**Autor:** Marta Kicińska-Habior**Nazwa zadania:** Identyfikacja helu i azotu poprzez przemiany gazowe**Działy:** Termodynamika**Słowa kluczowe:** Równanie gazu doskonałego, przemiana izobaryczna, przemiana izochoryczna, I zasada termodynamiki, ciepło.**Zadanie teoretyczne, zawody III stopnia, XXXIX OF.**

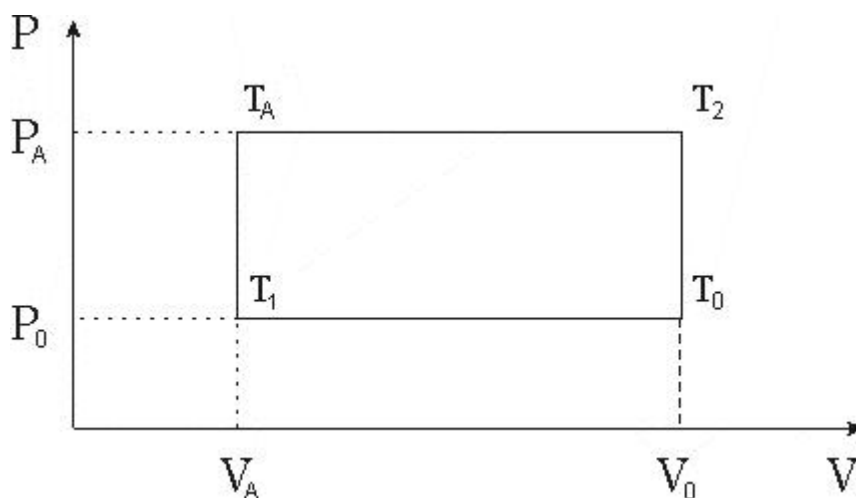
$n = 44$  mola pewnego gazu doskonałego o temperaturze  $t = 3,8^\circ\text{C}$  poddano przemianie izobarycznej a następnie izochorycznej. W wyniku tych przemian gaz oddał  $Q_1 = 101,3$  J ciepła, a jego energia wewnętrzna wzrosła o  $\Delta U = 506,5$  J. Identyczny stan końcowy gazu można było by również osiągnąć poddając go najpierw przemianie izochorycznej a potem izobarycznej. Wtedy gaz oddałby  $Q_2 = 1317$  J ciepła. Wiedząc, że gazem poddanym przemianom był hel lub azot określ, o który z nich chodzi.

Wartość stałej gazowej wynosi  $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ .

**Rozwiązanie****Część teoretyczna**

Korzystając z I zasady termodynamiki obliczamy pracę  $W_1$ , jaką wykonano nad gazem poddając go przemianie izobarycznej, a następnie izochorycznej ( $T_0 - T_1 - T_k$ ) oraz pracę  $W_2$ , jaką należałoby wykonać nad gazem poddając go najpierw przemianie izochorycznej, a potem izobarycznej ( $T_0 - T_2 - T_k$ ) (Rys.1)

$$\begin{aligned} W_1 &= \Delta U + Q_1 \\ W_2 &= \Delta U + Q_2 \end{aligned} \quad (1)$$



Rys.1

Podstawiając dane zawarte w treści zadania otrzymujemy  $W_1 = 607,8 \text{ J}$  i  $W_2 = 1323,4 \text{ J}$ . Ponieważ zachodzą równości:

$$\begin{aligned} W_1 &= -p_0(V_k - V_0) \\ W_2 &= -p_k(V_k - V_0) \end{aligned} \quad (2)$$

mamy:

$$\gamma = \frac{p_k}{p_0} = \frac{W_2}{W_1} = 3 \quad (3)$$

przyrost energii wewnętrznej gazu doskonałego wyraża się wzorem:

$$\Delta U = \frac{1}{2} nKR(T_k - T_0) \quad (4)$$

gdzie  $x$  oznacza liczbę stopni swobody cząsteczki gazu oraz  $T = t + 273,15$ . Z równania (4) otrzymujemy:

$$K = \frac{2\Delta U}{nRT_k - nRT_0} \quad (5)$$

korzystając z równania (1), (2), (3) oraz z równania stanu gazu doskonałego, mamy:

$$\begin{aligned} \Delta U + Q_1 &= W_1 = -p_0V_k + p_0V_0 = \\ &= -\gamma^{-1}p_kV_k + p_0V_0 = \\ &= -\gamma^{-1}nRT_k + nRT_0 \end{aligned} \quad (6)$$

Z równania (6) wyznaczamy  $nRT_k$  i otrzymujemy ostatecznie:

$$K = \frac{2\Delta U}{[(\gamma - 1) \cdot nRT_0 - \gamma(\Delta U + Q_1)]} = 5 \quad (7)$$

Gazem poddawany przemianom był dwuatomowy azot, którego cząsteczka ma pięć stopni swobody.