

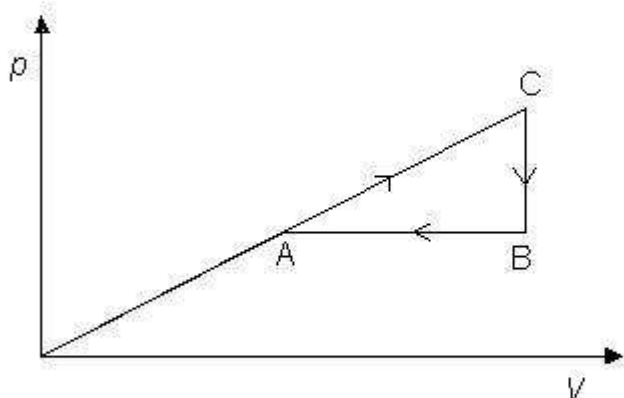
XL OLIMPIADA FIZYCZNA ETAP I

Zadania teoretyczne

ZADANIE T3

Nazwa zadania: „Gaz doskonały i jego sprawność”

Jednoatomowy gaz doskonały podano cyklicznej przemianie, która przedstawia wykres. Wiedząc, że stosunek temperatury najwyższej do najniższej (w skali bezwzględnej), jaką osiąga gaz podczas przemiany, wynosi 16, oblicz sprawność tego cyklu.



ROZWIĄZANIE ZADANIA T3

Gaz doskonały spełnia równanie stanu $pV = nRT$. Najniższa temperatura T_0 na odpowiada punktowi A o współrzędnych V_A, p_A (będziemy także używać $T_A = T_0$). Temperatura $T_C = 4V_A$ i ciśnienie $p_C = 4p_A$. Korzystając z równania stanu, otrzymujemy, że w punkcie B temperatura jest równa $4T_A$. Sprawność cyklu wyraża się wzorem $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{L}{L + Q_2}$, gdzie Q_1 oznacza ciepło pobrane, a Q_2 oznacza ciepło oddane w cyklu, zaś $L = Q_1 - Q_2$ oznacza pracę wykonaną przez gaz. Ciepło oddane w cyklu składa się z dwóch części: ciepło Q_{BC} oddane na izochorze oraz ciepło Q_{AB} oddane na izobarze. Wówczas

$$Q_2 = Q_{BC} + Q_{AB} = nC_V(12T_A) + nC_p(3T_A) = 12 \cdot \frac{3}{2}nRT_A + 3 \cdot \frac{5}{2}nRT_A = \frac{51}{2}nRT_A.$$

Natomiast praca L jest równa polu powierzchni trójkąta na diagramie p, V :

$$L = \frac{1}{2} \cdot 3p_A \cdot 3V_A = \frac{9}{2} p_A V_A.$$

Podstawiając otrzymane wyrażenie na L i Q_2 do wzoru na sprawność cyklu wyprowadzonego powyżej i korzystając z równości $p_A V_A = nRT_A$, dostajemy $\eta = \frac{3}{20}$.

Punktacja:

Można otrzymać maksimum 20 punktów.

Źródło:

Zadanie pochodzi z czasopisma „Fizyka w Szkole” marzec 01r.

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