



XLIII OLIMPIADA FIZYCZNA

(1993/1994)

ZAWODY I STOPNIA

Zadanie teoretyczne – T1D¹

Nazwa – Określanie znaku zmiany temperatury powietrza przepływającego między komorami.

Źródła – Komitet Główny Olimpiady Fizycznej²

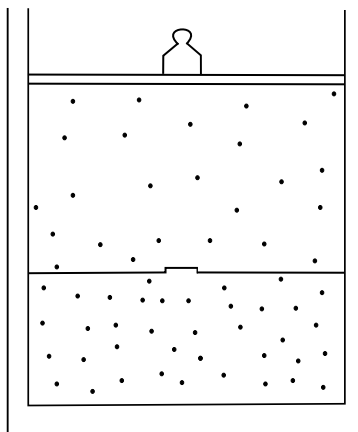
– Włodzimierz Ungier³, Krzysztof Karpierz⁴, *Fizyka w Szkole* nr 3, 1994, s. 153–155

– T.M. Molenda, IF US, www.OF.szc.pl.

Z polecenia do zadania T1: Pięć podanych problemów stanowi łącznie jedno zadanie. Podaną (wybraną) przez siebie odpowiedź krótko uzasadnij.

W cylindrze o nieprzewodzących ciepła ściankach zamkniętym od góry tłokiem nieprzewodzącym ciepła i mogącym poruszać się bez tarcia, znajduje się powietrze o temperaturze T_0 zajmujące dwie komory oddzielone sztywną, przewodzącą ciepło przegrodą z zaworem, rys. 1. Na początku ciśnienie powietrza w dolnej komorze cylindra jest większe od ciśnienia powietrza w górnej komorze. Po otwarciu zaworu powietrze powoli przepływa między komorami. Po ustaleniu się równowagi temperatura powietrza jest

- większa od T_0 .
- mniejsza od T_0 .
- równa T_0 .



Rys. 1 (⁵)

Rozwiązanie zadania T1D – XLIII OF, I stopień

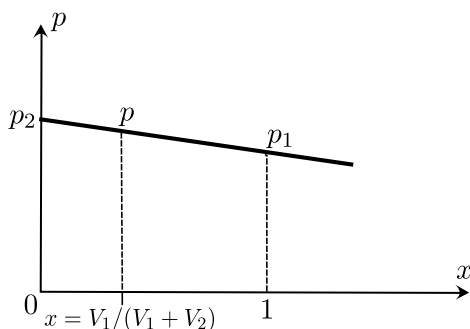
Odpowiedź b) jest prawidłowa.

Założmy, że tłok jest nieruchomy. Wtedy po otwarciu zaworu gaz nie wykonuje pracy, a ponieważ ścianki cylindra oraz tłok nie przewodzą ciepła, całkowita energia wewnętrzna gazu nie ulega zmianie. Wobec równości temperatur początkowych w obu komorach również temperatura gazu nie ulegnie zmianie po otwarciu zaworu ($U_{\text{całkowita}} = U_1 + U_2 = n_1 C_V T_0 + n_2 C_V T_0 = (n_1 + n_2) C_V T_0$). Niezrównoważony przepływ gazu przez otwarty zawór będzie się odbywał do momentu wyrównania się ciśnień w obu komorach. Ciśnienie równowagi przyjmie pośrednią wartość p ($p_1 < p < p_2$) między ciśnieniem p_1 panującym początkowo w górnej komorze o objętości V_1 , a ciśnieniem p_2 panującym w dolnej komorze o objętości V_2 ,

$$p = \frac{(n_1 + n_2)RT_0}{V_1 + V_2} = \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{V_1 + V_2} = p_1 x + p_2(1 - x),$$

gdzie $x = V_1/(V_1 + V_2)$ przyjmuje wartość z przedziału $(0, 1)$, rys. 2.

Pod nieruchomym tłokiem po otwarciu zaworu powstaje więc nadwyżka ciśnienia $p - p_1 > 0$. Zatem, w przypadku ruchomego tłoka zostanie on podniesiony przez gaz, a odpowiednia praca zostanie wykonana kosztem energii wewnętrznej gazu. Tym samym temperatura końcowa gazu będzie mniejsza od T_0 .



Rys. 2

Punktacja

1. Rozwiązanie problemu D 2 pkt.

¹ Zadanie składało się z pięciu zadań oznaczonych jako podpunkty (przyp. red.).

² Zad. w postaci pliku, dla Komitetów Okręgowych OF na zawody, było opracowane przez Kierownika Organizacyjnego Olimpiady Fizycznej dra Pawła Janiszewskiego, którym był od XLII OF do LVIII OF. Dr P. Janiszewski w tym okresie był autorem artykułów w *Fizyce w Szkole* (do czasu ich publikowania w tym czasopiśmie, tj. do LV OF) dot. informacji o przebiegu i wynikach olimpiad fizycznych; współautorem książki *50 lat olimpiad fizycznych. Wybrane zadania z rozwiązaniami* (przyp. red.).

³ Włodzimierz Ungier (wówczas dr) był sekretarzem naukowym ds. zadań teoretycznych w KGOF od XL OF do XLXIX OF, w tym okresie był współautorem artykułów w *Fizyce w Szkole* z OF i ww. książki z zadaniami (laureat XIV OF) (przyp. red.).

⁴ Dr Krzysztof Karpierz był sekretarzem naukowym ds. zadań doświadczalnych w KGOF w OF: XLI, XLII, L i LI, w tym okresie był współautorem/autorem części artykułów w *Fizyce w Szkole* z OF (przyp. red.).

⁵ Rys. ten i następny zostały na nowo wykonane przy oprac. zadania do bazy zad. w KGOF (przyp. red.).