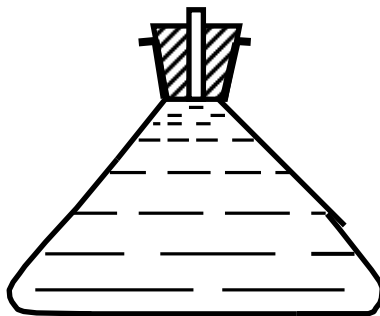


### XVIII OLIMPIADA FIZYCZNA (1968/1969). Stopień I, zadanie doświadczalne – D

<b>Źródło:</b>	Komitet Główny Olimpiady Fizycznej; Czesław Ścisłowski: Olimpiady fizyczne XVII i XVIII. PZWS, Warszawa 1971.
<b>Nazwa zadania:</b>	Wyznaczanie cieplnego współczynnika rozszerzalności nafty
<b>Działy:</b>	Termodynamika
<b>Słowa kluczowe:</b>	Cieplny współczynnik rozszerzalności objętościowej, temperatura, gęstość, objętość, masa, nafta, woda, kolba szklana.

#### Zadanie doświadczalne – D, zawody I stopnia, XVIII OF.

Z kolbki szklanej o pojemności około  $50 \text{ cm}^3$ , korka gumowego i cienkiej rureczki szklanej wykonaj przyrząd jak na rysunku rys. 1. Do wykonania zadania potrzebne są: waga, odważniki, termometr, nafta, naczynie z gorącą wodą takie, aby można było w nim całkowicie zanurzyć sporządzony przyrząd. Wyznacz cieplny współczynnik rozszerzalności nafty. Wskaż źródła błędów i ich wpływ na wyniki.



Rys.1.

#### Rozwiązanie

Przedstawiony na przyrząd spełnia rolę dylatometru. Zaletą tego przyrządu jest możliwość uzyskiwania stałej objętości naczynia. Osiągamy to w sposób następujący:

Wyjmujemy koreczek gumowy z rureczką. (Pamiętać musimy, aby rureczka szklana końcem swym nie wystawała poniżej dolnego poziomu korka). Napełniamy kolbkę badaną cieczą i zamykamy korkiem. Nadmiar cieczy wyleje się przez otwór górny rureczki. Kolbkę osuszamy ściereczką lub gazą, dbając o to, aby rękami nie ogrzewać cieczy.

Zawodnik wykorzystać musi skonstruowany przez siebie przyrząd do wyznaczenia cieplnego współczynnika rozszerzalności nafty. Tok postępowania jest następujący:

1. Ważymy dokładnie pustą kolbkę z korkiem. Jej masa wynosi  $m_k$ .
2. Mierzmy temperaturę nafty  $t_1$ .
3. Napełniamy kolbkę naftą, wkładamy korek z rureczką, osuszamy kolbkę.
4. Ważymy kolbkę z naftą. Masa kolbki z naftą wynosi

$$m_1 = m_k + m_n$$

Jeżeli gęstość nafty oznaczymy przez  $\rho_1$ , a objętość kolbki przyjmiemy równą  $V$ , to

$$m_1 = m_k + V\rho_1 \quad (1)$$

5. Zanurzamy kolbkę do naczynia z gorącą wodą o temperaturze  $t_2$ . Nafta się rozszerza i część jej wycieka przez górny otworek rurki szklanej.
6. Gdy już nafta nie będzie wyciekać, wyjmujemy kolbkę z naczynia, osuszamy, i ponownie ważymy

$$m_2 = m_k + V\rho_2, \quad (2)$$

gdzie  $\rho_2$  – gęstość nafty w temperaturze  $t_2$ . Gęstość ta jest mniejsza od  $\rho_1$ . Przy tym

$$\rho_2 = \frac{\rho_1}{1 + \gamma\Delta t}, \quad (3)$$

gdzie  $\Delta t = t_2 - t_1$ , zaś  $\gamma$  – termiczny współczynnik rozszerzalności objętościowej nafty.

7. Korzystając z równań (1), (2), (3) obliczamy współczynnik  $\gamma$ . Wstawiamy do równania (2) wyrażenie na  $\rho_2$  z równania (3)

$$m_2 = m_k + V \frac{1}{1 + \gamma\Delta t}. \quad (4)$$

Przekształcamy równania (1) oraz (4) w sposób następujący

$$\begin{aligned} m_1 + m_k &= V\rho_1, \\ m_2 + m_k &= V \frac{1}{1 + \gamma\Delta t}. \end{aligned}$$

Dzielimy te równania stronami i otrzymujemy:

$$\frac{m_1 + m_k}{m_2 + m_k} = 1 + \gamma\Delta t.$$

Z tego równania wyznaczamy  $\gamma$

$$\gamma = \frac{m_1 - m_2}{(m_2 - m_k)\Delta t}.$$

Jak widzimy, w doświadczeniu nie musimy wyznaczać objętości kolbki.

#### *Źródła niepewności pomiarowych*

1. Niedokładne ważenie kolbki pustej, następnie z naftą o temperaturze  $t_1$  oraz z naftą o temperaturze  $t_2$ .
2. Intensywniejsze parowanie nafty w temperaturze  $t_2$ , a więc ubytek masy nafty.

W doświadczeniu naczynko zwiększyło swą temperaturę od  $t_1$  do  $t_2$ . Nastąpiło zatem zwiększenie jego pojemności. A więc, popełniamy błąd przyjmując objętość nafty, która wypłynęła z naczynka jako rzeczywisty przyrost objętości. W rzeczywistości przyrost ten ma większą wartość.

Ważenie przy użyciu laboratoryjnej wagi szkolnej możemy prowadzić z dokładnością do 0,1 g. Jeżeli kolbka posiada objętość około 50 cm<sup>3</sup> to błąd względny na skutek ważenia jest bardzo mały. Jak widzimy, stosując tę metodę możemy dość dokładnie wyznaczyć termiczny współczynnik rozszerzalności cieczy.