

Ćwiczenie Nr 106

Temat: *Wyznaczanie stosunku $\kappa = \frac{C_p}{C_v}$ dla powietrza metodą Clementa-*

Desormesa

1. LITERATURA

- Sz.Szczeniowski, Fizyka dośw., cz. II, PWN, W-wa 1971.
- Praca zbiorowa pod red. T.Rewaja, Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki w politechnice, PWN, W-wa 1978.
- Opracowanie:

2. TEMATY TEORETYCZNE

- Równanie stanu gazu doskonałego. I zasada termodynamiki. Ciepło molowe gazu, definicje ciepła molowego gazu w stałym ciśnieniu i stałej objętości.
- Zależność między c_p i c_v . Zasada ekwipartycji energii. Prawa przemian gazowych.

3. METODA POMIAROWA

Wyznaczenie χ metodą Clementa-Desormesa wymaga poddania powietrza w butli kolejno przemianie adiabatycznej i izochorycznej. Korzystając z praw opisujących te przemiany i przyjmując, że cały proces jest izotermiczny otrzymuje się związek

$$\kappa = \frac{h_1}{h_1 - h_2}$$

gdzie $\kappa = \frac{C_p}{C_v}$, h_1 – wysokość słupka wody w manometrze wskazujący na nadwyżkę

ciśnienia w butli nad ciśnieniem atmosferycznym mierzona w mm H_2O przed rozprężeniem adiabatycznym (różnica poziomów wody w obu ramionach U-rurki manometru), h_2 – wysokość słupka wody w manometrze wskazujący na nadwyżkę ciśnienia nad ciśnieniem atmosferycznym po zakończeniu przemiany izochorycznej. Cały przebieg doświadczenia i wyprowadzenie wzoru zawarłem w opracowaniu Lit.3.

4. ZESTAW POMIAROWY

Butla szklana o dużej pojemności z zaworem zamykającym dopływ powietrza do butli, manometr wodny, pompka

5. CZYNNOŚCI POMIAROWE

- Ustalić stan początkowy gazu w butli (stan I:).
W tym celu otworzyć zawór (pokrętko w pozycji poziomej) i przy pomocy pompki zwiększyć ciśnienie gazu w butli o wartość od 30 do 40 cm słupa wody. Zamknąć zawór (pokrętko w pozycji pionowej) i odłączyć pompkę. Wskutek pompowania gaz w butli ogrzał się, należy więc odczekać od 4 do 5 minut, aż temperatura gazu w butli zrówna się z temperaturą otoczenia T_0 (poziom wody w manometrze nie będzie ulegał zauważalnym zmianom).
- Zmierzyć różnicę h_1 poziomów wody w obu ramionach U-rurki manometru.

- c) Przeprowadzić adiabatyczne rozprężenie gazu. W tym celu zbliżyć ucho do wylotu węża, otworzyć zawór, aby ciśnienie w butli zrównało się z ciśnieniem atmosferycznym. W chwili, gdy zaniknie dźwięk ulatującego powietrza, zamknąć szybko zawór.
- d) Pozwolić, aby w butli zaszła przemiana izochoryczna z końcową temperaturą równą temperaturze otoczenia. W tym celu odczekać od 4 do 5 minut, aby nastąpiło ogrzanie powietrza w butli do temperatury otoczeni
- e) Odczytać stan manometru wodnego h_2 ,
- f) Pomiary wpisać do tabeli:

Nr pomiaru	h_1	h_2	κ_i	$\bar{\kappa}$	$u_B(\kappa_i)$	$u_A(\bar{\kappa})$	$\bar{u}_B(\kappa)$	$u(\bar{\kappa})$
1								
2								
3								
4								
5								

- g) Czynności od (a) do (e) powtórzyć co najmniej pięciokrotnie.

Uwaga: W przypadku pomiaru drugiego i następnych, oczekując na ustalenie się stanu równowagi termodynamicznej proszę obliczyć wartość κ_i . Jeśli wartość ta znacznie różni się od oczekiwanej dla gazów dwuatomowych ($\kappa_i = 1,4$) oznacza to, że czas otwarcia zaworu przy wyrównywaniu ciśnień był zbyt krótki (wyniki zawyżone) lub zbyt długi (wyniki zaniżone).

6. OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW.

- a) Obliczyć κ_i dla każdego pomiaru,
- b) Obliczyć wartość średnią $\bar{\kappa}$
- c) Dla każdego pomiaru obliczyć niepewność standardową typu B:

$$u_B(\kappa_i) = \sqrt{\left(\frac{\partial \kappa}{\partial h_1}\right)^2 \left(\frac{\Delta(h_1)}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{\partial \kappa}{\partial h_2}\right)^2 \left(\frac{\Delta(h_2)}{\sqrt{3}}\right)^2} = \frac{1}{(h_1 - h_2)^2} \cdot \sqrt{h_2^2 \cdot [\Delta(h_1)]^2 + h_1^2 \cdot [\Delta(h_2)]^2}$$

i – numer pomiaru; $\Delta(h_{1,2})$ - niepewność maksymalna pomiaru h_1 lub h_2 .

- d) Obliczyć niepewność standardową typu A wartości średniej $\bar{\kappa}$:

$$u_A(\bar{\kappa}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{\kappa} - \kappa_i)^2}{n \cdot (n-1)}} \quad i - \text{numer pomiaru}; \quad n - \text{liczba pomiarów}$$

- e) Obliczyć niepewność standardową całkowitą:

$$u(\bar{\kappa}) = \sqrt{u_A^2(\bar{\kappa}) + u_B^2(\kappa)}$$

(Jako niepewność standardową $u_B(\kappa)$ przyjmując największą wartość z niepewności policzonych w punkcie „c”, zgodnie z zasadą, że przy liczeniu niepewności należy wybierać najbardziej niekorzystny wariant)

- f) Wynik końcowy zapisać w postaci: $\kappa = \bar{\kappa}(u(\bar{\kappa}))$

[Np. zapis $x=71(5)$ oznacza, że $\bar{x} = 71$ a $u(\bar{x}) = 5$]