

Ćwiczenie C2

WYZNACZANIE STOSUNKU $\frac{c_p}{c_v} = \kappa$ DLA POWIETRZA METODĄ CLÉMENTA-DESORMESA

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest poznanie podstawowych pojęć związanych z przemianami gazowymi i wyznaczenie stosunku $\frac{c_p}{c_v} = \kappa$ dla powietrza.

2. Zagadnienia do przygotowania

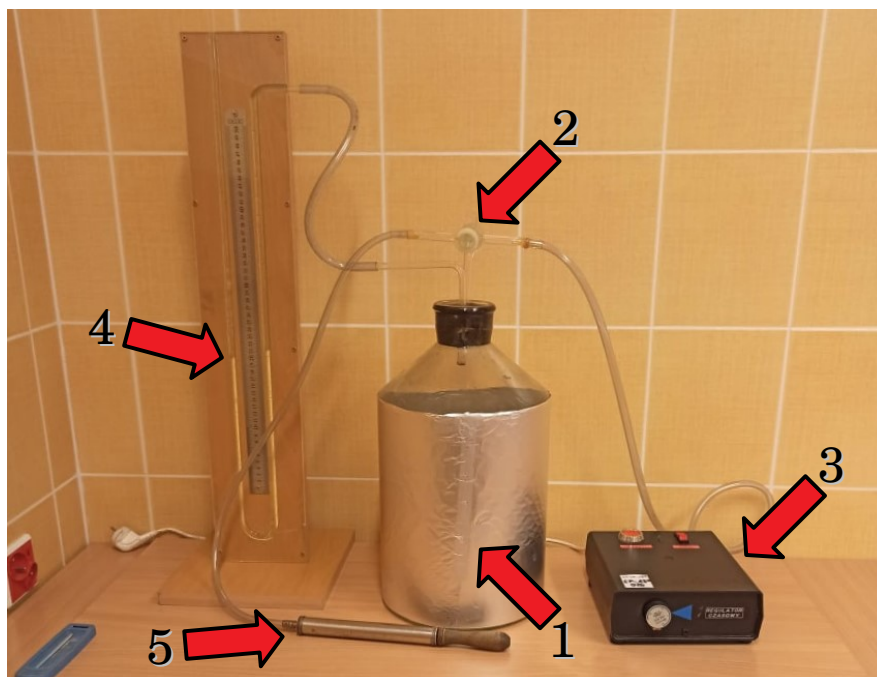
Zagadnienia do opracowania i nauczenia się (**przed przystąpieniem** do wykonywania ćwiczenia):

- pojęcie gazu doskonałego,
- zdefiniować ciepło właściwe gazu,
- przemiany gazowe: izotermiczna, adiabatyczna, izobaryczna i izochoryczna; wykresy,
- zasada działania manometru cieczowego.

Część teoretyczna sprawozdania (opracowana **przed przystąpieniem** do części praktycznej):

- zwięzły opis zjawisk występujących w zadaniu: opisać przemiany gazowe w kolejnych etapach wyznaczenia stosunku $\frac{c_p}{c_v} = \kappa$ dla powietrza metodą Clémenta-Desormesa.

3. Przyrządy pomiarowe, opis i schemat aparatury, przyjęte oznaczenia



Rysunek 1: Aparatura pomiarowa: butla (balon szklany) (1) z zaworem trójdrożnym (2), sterownik (3) do wypuszczania powietrza z butli, manometr cieczowy (4), pompka (5). Ponadto: stoper, ekierka

UWAGA! Wszelkie operacje na szklanej aparaturze wykonywać dwoma rękoma!

c_v – ciepło właściwe gazu przy stałej objętości,

c_p – ciepło właściwe gazu przy stałym ciśnieniu,

h_{L1} – wysokość słupa cieczy w lewym ramieniu manometru po przemianie izotermicznej,

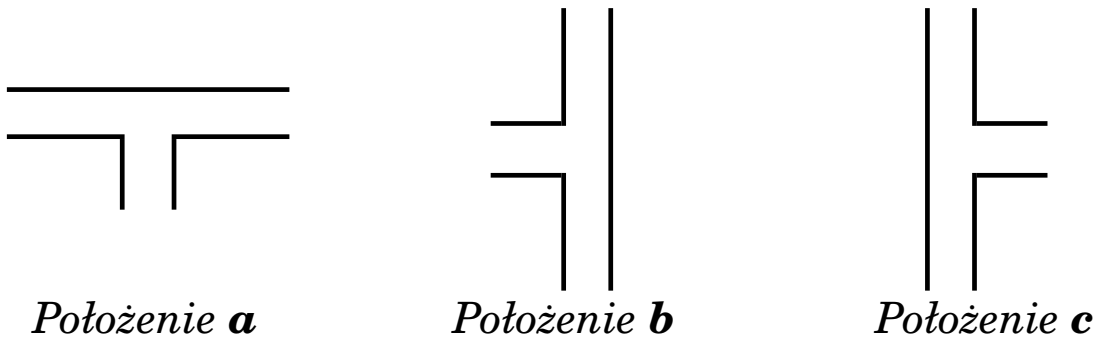
h_{P1} – wysokość słupa cieczy w prawym ramieniu manometru po przemianie izotermicznej,

$H_1 = h_{L1} - h_{P1}$ – różnica poziomów cieczy po przemianie izotermicznej,

h_{L2} – wysokość słupa cieczy w lewym ramieniu manometru po przemianie izochorycznej,

h_{P2} – wysokość słupa cieczy w prawym ramieniu manometru po przemianie izochorycznej,

$H_2 = h_{L2} - h_{P2}$ – różnica poziomów cieczy po przemianie izochorycznej.



Rysunek 2: Przepływ gazu przez zawór trójdrożny (2) z Rys. 1

4. Przebieg ćwiczenia (pomiarów)

(a) Ustawienia wstępne:

- i. Przy użyciu stopera, ustawić czas otwarcia zaworu w sterowniku czasowym na około 3 s.
- ii. Otworzyć zawór (położenie **a**) umożliwiając wyrównanie ciśnienia powietrza w butli szklanej z ciśnieniem atmosferycznym. Poziom cieczy w obu ramionach manometru wyrówna się.
- iii. Sprawdzić poziom cieczy w manometrze (ewentualnie uzupełnić wodą za pomocą strzykawki).

(b) Etap I

- i. Ustawić zawór w położeniu **a**.
- ii. Zwiększyć ciśnienie w butli szklanej za pomocą pompki, obserwując różnicę wskazań poziomów cieczy w manometrze. Przy różnicy wskazań około 30 cm przestawić zawór w położenie **c**.

(c) Etap II

- i. Odczekać 2 minuty.
- ii. Odczytać różnicę wskazań poziomów cieczy w manometrze ($H_1 = h_{L1} - h_{P1}$).

(d) Etap III

- i. Nie zmieniając położenia zaworu, wcisnąć przycisk *START* w sterowniku (1), powodując przepływ powietrza z balonu do atmosfery (przemiana adiabatyczna).

(e) Etap IV

- i. Odczekać 3 minuty (przemiana izochoryczna) i odczytać różnicę wskazań w manometrze ($H_2 = h_{L2} - h_{P2}$).

Wyniki zebrać w Tabeli 1.

Pomiar powtórzyć 10 razy, zapisując dane w tabeli obserwacji.

5. Tabele pomiarowe i opracowanie wyników

Tablica 1: Pomiary manometryczne

Lp.	Etap I i II			Etap III i IV			$\frac{c_p}{c_v} = \kappa = \frac{H_1}{H_1 - H_2}$
	h_{L1} [mm]	h_{P1} [mm]	H_1 [mm]	h_{L2} [mm]	h_{P2} [mm]	H_2 [mm]	
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
9.							
10.							

Obliczyć stosunki $\frac{c_p}{c_v} = \kappa = \frac{H_1}{H_1 - H_2}$ dla poszczególnych pomiarów,

Wyznaczyć wartość średnią $\frac{c_p}{c_v}$.

6. Ocena wyników pomiarów

Analizę niepewności pomiarowych przeprowadzić metodą Studenta–Fishera dla poziomu ufności $\alpha = 0,7$.

Zapis wyników z błędem wraz z jednostkami w układzie SI.

Porównanie otrzymanych wielkości fizycznych z tablicowymi.

Dyskusja popełnionych błędów systematycznych i przypadkowych.

Propozycje poprawy dokładności pomiarów.

7. Literatura

- *Podstawy fizyki*, Halliday D., Resnick R., Walker J., dowolne wydanie.
- *Pracownia fizyczna*, Szydłowski H., dowolne wydanie.
- *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki*, Dryński T., dowolne wydanie.