

10. Doświadczenie Rüchardt'a

(1 tydzień, 7 pkt.)

Zagadnienia: ciepło, temperatura, ciepło właściwe c_p i c_v , gaz doskonały, przemiany gazowe, przemiana adiabatyczna, drgania harmoniczne.

literatura: Res80,683÷710; Res98,571÷592; Szy75, 278÷279; Szy99, 405÷406; Szy2,297÷305, Phy11÷3.

Celem doświadczenia jest wyznaczenie stosunku ciepł właściwych c_p/c_v dla powietrza metodą Rüchardt'a.

1. Idea eksperymentu

Cylindryczny ciężarek o masie m znajduje się w pionowej rurce szklanej nad naczyniem o objętości V wypełnionym powietrzem. Ciężarek może przesuwac się w rurce niczym tłok i sprężać powietrze w naczyniu. Sprężane powietrze działa na masę m jak sprężyna. Gdy do naczynia będziemy pompować powietrze, ciężarek zacznie wykonywać drgania. Okres oscylacji, T , dany jest równaniem:

$$T = 2 \sqrt{\frac{mV}{\kappa r^4 p}}, \quad (10.1)$$

gdzie p jest ciśnieniem w naczyniu, r promieniem ciężarka a κ stosunkiem ciepł właściwych gazu, c_p/c_v .

Układ doświadczalny składa się z naczynia, rurki i masy wykonującej oscylacje, pompki pompującej powietrze, fotokomórki rejestrującej oscylacje oraz elektronicznego układu zliczania impulsów.

2. Wykonanie pomiarów

Uruchamiamy pompkę pompującą powietrze i pokręcając zaworem dobieramy strumień gazu taki, by oscylacje masy były jak największe.

Włączamy układ rejestrujący i obserwujemy miganie diody fotokomórki. Włączamy sygnał dźwiękowy w celu zapewnienia kontroli detekcji oscylacji. Wybieramy określony czas pomiaru i uruchamiamy układ zliczający. Dostaniemy w ten sposób ilość oscylacji w zadanym czasie. Zmieniamy szybkość przepływu powietrza i powtarzamy pomiary. Sprawdzamy, wpływ szybkości na okres oscylacji.

Na naczyniu do którego pompujemy powietrze zaznaczona jest kreska wskazująca objętość. Uwzględniamy pozostałą objętość, od kreski do dolnej ścianki drgającej masy. W tym celu musimy zmierzyć średnicę wewnątrz szklanej rurki oraz średnią odległość od kreski do położenia dolnej części drgającej masy.

Przy użyciu suwmiarki wyznaczamy średnicę a następnie ważymy drgającą masę.

Wartość ciśnienia atmosferycznego odczytujemy ze wskazań barometru znajdującego się w pracowni.

Wykonujemy pomiary dla kilku innych mas znajdujących się w zestawie.

3. Opracowanie wyników

Po przekształceniu (10.1) otrzymujemy wyrażenie na κ :

$$\kappa = \frac{4mV}{T^2 pr^4}. \quad (10.2)$$

Za ciśnienie p przyjmujemy wartość odczytaną z barometru zwiększoną o ciśnienie drgającej masy Δp :

$$\Delta p = \frac{mg}{\pi r^2}, \quad (10.3)$$

gdzie g jest przyspieszeniem ziemskim. Wyznaczmy κ dla każdej z drgających mas. Dyskutujemy, czy wyniki są ze sobą zgodne w granicach błędów.