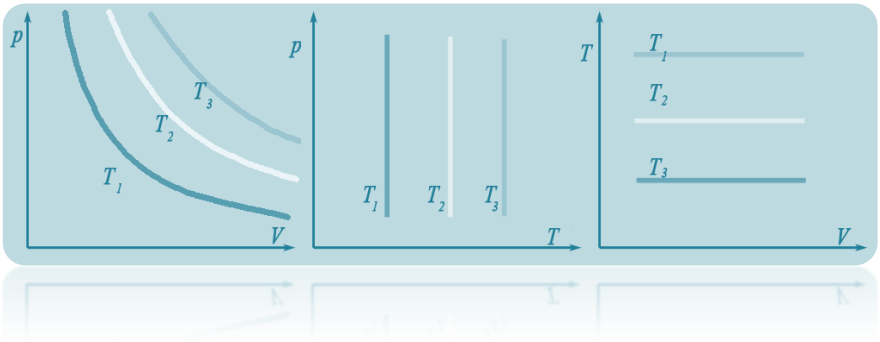
BADANIE PRZEMIANY IZOTERMICZNEJ

(instrukcja do wykonania ćwiczenia)



Opracowanie:
Mirosław Trociuk
Stanisław Kwaśniewicz

„Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego”

BADANIE PRZEMIANY IZOTERMICZNEJ - OPIS ĆWICZENIA UCZNIOWSKIEGO

I. Cel.

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie zależności ciśnienia od objętości dla pewnej masy gazu w stałej temperaturze.

II. Przyrządy i materiały: szklana strzykawka lekarska o pojemności 20 cm^3, sztywna drewniana listwa zaopatrzona w linijkę z podziałką centymetrową, podpórka wykonana z kątownika, odważniki: 1kg; 2kg, barometr, śruba mikrometryczna, korek gumowy, arkusz Excela do analizy wyników pomiarów, komputer.

III. Zagadnienia teoretyczne: ciśnienie, objętość temperatura, izoproces, proces izotermiczny, prawo Boyle'a-Mariotte'a.

IV. Wymagane umiejętności: posługiwanie się śrubą mikrometryczną, praca w zespole, obsługa komputera, podstawowa znajomość zasad posługiwania się arkuszem kalkulacyjnym MS Excel.

V. Wprowadzenie.

Przemiana izotermiczna gazu jest to taki izoproces, w którym ciśnienie i objętość zmieniają się przy zachowaniu tej samej temperatury. Otrzymujemy to z prostego przekształcenia równania Clapeyrona dla gazów doskonałych:

$$\frac{pV}{T} = const.$$

Jeżeli przyjmiemy, że T = const.

wtedy:

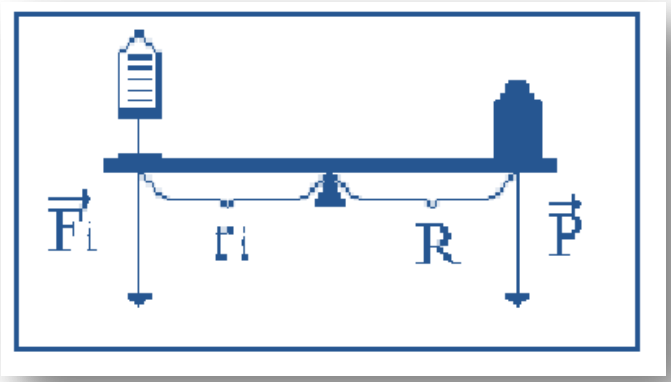
$$pV = const.$$

Zależność ta stanowi prawo Boyle'a-Mariotte'a.

VI. Przebieg ćwiczenia.

- na barometrze odczytujemy wartość ciśnienia atmosferycznego $p_{at.}$
- przy pomocy śruby mikrometrycznej wyznaczamy średnicę tłoka strzykawki;
- do strzykawki naciągamy powietrza (10cm^3) i zatykamy jej otwór gumowym korkiem

- zestawiamy układ stanowiący dźwignię dwustronna [Rys. 1] i na jednym jej końcu w odległości 0,5 m umieszczamy odważnik 1 kg, a na drugi, naciskamy tłokiem zakorkowanej strzykawki;
- doprowadzamy do jej zrównoważenia;



Rys. 1. Równowaga sił na dźwigni dwustronnej

- objętość gazu odczytujemy na skali strzykawki, której dokładność zwiększamy dzięki naklejeniu na strzykawkę papieru milimetrowego;
- warunkiem równowagi dźwigni jest równość momentów sił [patrz Rys.1];

$$RP = r_i F_i \qquad \text{gdzie: } i = 1, 2, 3, \ldots, n.$$

stąd

$$F_i = \frac{R \cdot P}{r_i} \tag{1}$$

gdzie: R – odległość odważnika od osi dźwigni;
r_i – odległość tłoka strzykawki od osi dźwigni;
P – ciężar odważnika.

Ciśnienie wywierane przez tłok na gaz jest wówczas równe:

$$p = p_{at} + \frac{F_i}{S} \tag{2}$$

gdzie: S – pole powierzchni tłoka strzykawki.

- ciśnienie zmieniamy kilkakrotnie, zmieniając wartość siły F_i, dzięki różnym położeniom strzykawki na dźwigni;
- dla każdego położenia strzykawki na dźwigni ustalamy – odczytując na skali – długość słupka powietrza l;
- obliczamy wartość siły P (P = mg), przyjmując g = 9,81 m/s^2;

- obliczamy pole powierzchni tłoka mając pomiar jego średnicy;
- dla każdego położenia tłoka strzykawki na dźwigni r_i obliczamy:
  - wartość siły F_i, z równania (1),
  - wartość ciśnienia p, z równania (2),
  - objętość, jaką wypełnia gaz pod tłokiem, korzystając z zależności:

$$V = l \cdot S$$

- wyniki pomiarów i obliczeń umieszczamy w tabeli;
- sporządzamy wykres zależności ciśnienia od objętości p = f(V);
- przeprowadzamy analizę niepewności pomiarowych;
- formułujemy wnioski końcowe.

VII. Literatura

1. A. Kaczorowska - Termodynamika cz. a, Wydawnictwo Edukacyjne Żak, Warszawa 1994 r.