

XLIV OLIMPIADA FIZYCZNA ETAP WSTĘPNY

Zadania doświadczalne

Rozwiąż jedno z podanych dwóch zadań doświadczalnych

ZADANIE D1

Nazwa zadania: „Ciśnienie atmosferyczne”

Masz do dyspozycji

- odważniki z zestawu wagi laboratoryjnej ,
- pojemnik na odważniki (np. pudełko po kliszy fotograficznej),
- strzykawkę do insuliny z igłą (szklaną lub plastikową z gumowym tłoczkiem),
- linijkę,
- kawałek mydła, świeczki lub gumowy korek do zamknięcia strzykawki.

Wyznacz wartość ciśnienia atmosferycznego.

Uwagi!

1. Tłok strzykawki powinien wykazywać możliwie małe tarcie o ścianki strzykawki, można je zmniejszyć nalewając na niego krople wody.
2. Zakładamy, że strzykawka ma dokładną skalę objętości.

ROZWIĄZANIE ZADANIA D1

Rozwiązanie zadania polega na wykorzystaniu zależności

$$pV = nRT \quad (1)$$

ślusznej dla gazu doskonałego. Zamykając pewną ilość powietrza w strzykawce, możemy zmienić jego ciśnienie i objętość naciskając na tłok strzykawki różnymi odważnikami. Wtedy ciśnienie gazu w strzykawce wyniesie

$$p = p_0 + \frac{mg}{S} \quad (2),$$

gdzie p_0 – ciśnienie atmosferyczne, m – masa odważników, S – powierzchnia tłoka, g – przyspieszenie ziemskie (masę tłoka pomijamy). Wykorzystując związek (2) można sprowadzić równanie (1) do postaci

$$\frac{1}{V} = \left(m + \frac{p_0 S}{g}\right) \frac{g}{nRTS}$$

lub

$$\frac{1}{V} + A \left(m + \frac{p_0 S}{g}\right),$$

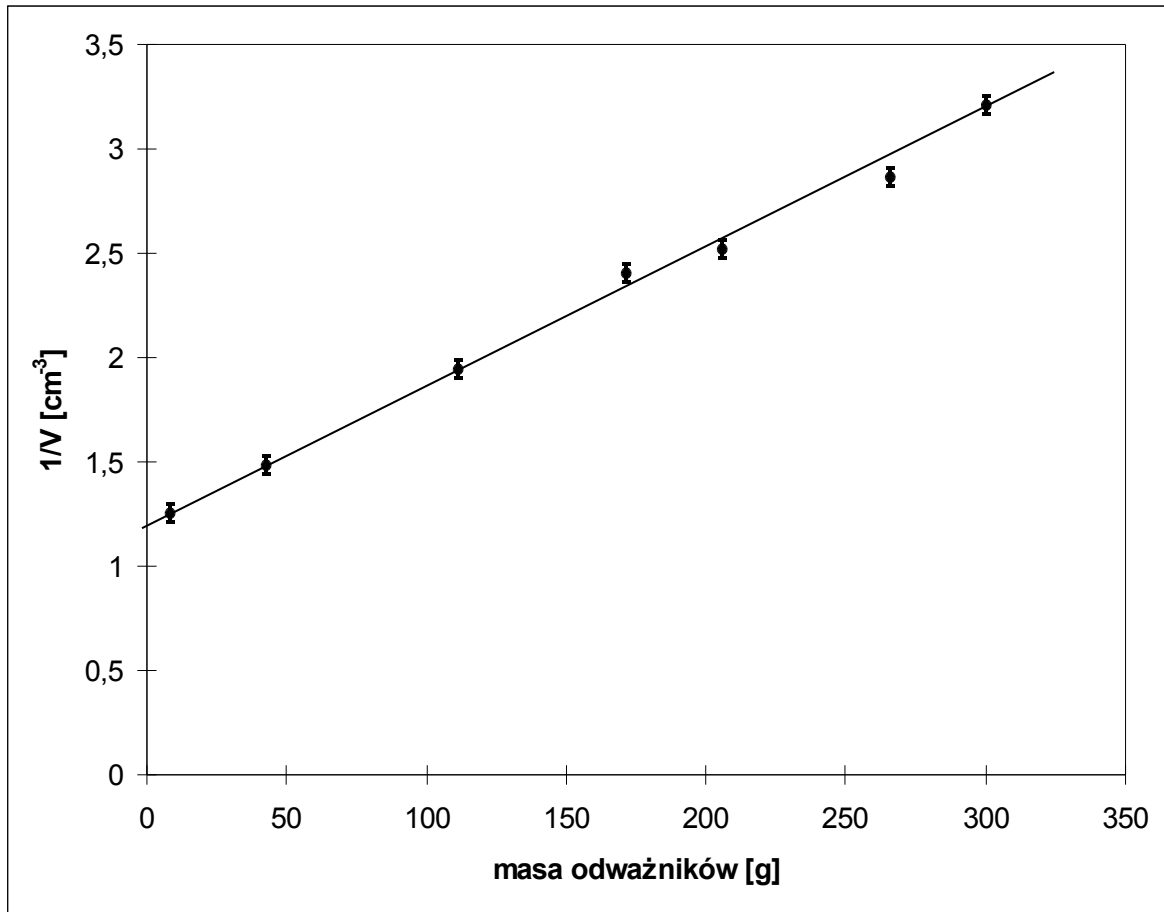
gdzie $A=1/(nRTS)$. Współczynnik A można znaleźć wyznaczając nachylenia prostej opisującej zależność $1/V$ od masy odważników m . Znajac objętość początkową powietrza V_0 (zakładamy, że strzykawka jest szczelna) oraz powierzchnie tłoka S można wyznaczyć wartość ciśnienia atmosferycznego

$$p_0 = \frac{nRT}{V_0} = \frac{1}{ASV_0}.$$

Wykonanie doświadczenia

Zamykamy pewną objętość powietrza V_0 w strzykawce wbijając igłę w świeczkę lub mydło (zatykamy w ten sposób igłę). Przed rozpoczęciem doświadczenia nalewamy kropelkę wody na górną powierzchnię tłoka i sprawdzamy szczelność strzykawki. Następnie utrzymując strzykawkę w pozycji pionowej kładziemy na tłok odważniki (umieszczone dla wygody w pudełku po filmie). Recenzent użył odważników o masie 20, 50, 100 oraz 200 g. Możliwość zdejmowania igły ze strzykawki pozwala na zamykanie w niej różnych objętości powietrza i daje możliwość wielokrotnego powtórzenia eksperymentu. Wykonujemy wykres

zależności $1/V$ od masy odważników m (rys. 8). Punkty pomiarowe układają się na



prostej. Warto zwrócić uwagę, że punkt przecięcia tej prostej z osią $1/V$ nie odpowiada dokładnie objętości początkowej gazu w strzykawce. Wynika to z tego, że nie uwzględniliśmy w rozumowaniu tarcia tłoka o ścianki strzykawki. Z nachylenia prostej wyznaczmy współczynnik A (wielkość tarcia nie wpływa na jego wartość). Powierzchnię tłoka S wyznaczmy mierząc odległość między kreskami podziałki strzykawki. Biorąc pod uwagę początkową objętość gazu w strzykawce V_0 wyznaczmy wartość ciśnienia atmosferycznego p_0 . Recenzent otrzymał wartość $p_0 = (960 \pm 40)$ hPa. Barometr wskazywał wtedy ciśnienie 980 hPa.

Źródło:
Zadanie pochodzi z czasopisma „Fizyka w Szkole” 94/95 r

Komitet Główny Olimpiady Fizycznej w Szczecinie
www.of.szcz.pl