

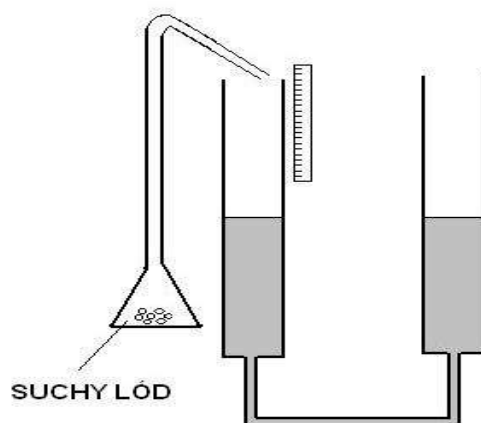
XXXVII OLIMPIADA FIZYCZNA ETAP II

Zadanie doświadczalne

ZADANIE D1

Mając do dyspozycji:

1. Dwie rury szklane o średnicy 3-5 cm i długości około 80 cm połączone za pomocą korków i cieńszych rurek węzłem gumowym (ryc. 9),



Ryc. 9

2. Kamerton (bez pudełka rezonansowego),
3. Linijkę,
4. Źródło dwutlenku węgla,
5. Statywy z łapami,

wyznacz stosunek prędkości dźwięku w dwutlenku węgla i w powietrzu. Pomiarów należy dokonywać w temperaturze pokojowej.

Uwaga: Jako źródło dwutlenku węgla można wykorzystać suchy lód zamknięty w butelce z korkiem, przez który przetkano cienki wąż gumowy. Lekkie ogrzewanie butelki powoduje wypływ dwutlenku węgla przez wąż. Dwutlenek węgla można też otrzymać na drodze chemicznej, np. podczas reakcji kwasu cytrynowego lub octu z sodą.

ROZWIĄZANIE ZADANIA D1

Układ doświadczalny pokazano na rycinie 9 w tekście zadania. Zmieniając położenie prawej rury można regulować poziom wody w rurze lewej.

Istota doświadczenia polega na zmierzeniu wysokości słupa gazu w lewej rurze w czasie rezonansu, gdy jest w niej powietrze, i drugi raz gdy jest ona wypełniona dwutlenkiem węgla.

W czasie rezonansu węzeł prędkości fali stojącej musi być przy powierzchni wody, natomiast przy górnym otworze musi wystąpić strzałka. Najmniejsza wysokość

słupa powietrza w czasie rezonansu wynosi więc $\frac{\lambda}{4}$, gdzie λ jest długością fali dźwiękowej wylanej przez kamerton (o -nieznanej częstotliwości ν), zaś

$$\nu = \lambda \nu.$$

Znając λ w obu przypadkach, z wzorów:

$$\nu_{CO_2} = \lambda_{CO_2} \nu$$

$$\nu_{pow} = \lambda_{pow} \nu$$

dostajemy

$$\frac{\nu_{CO_2}}{\nu_{pow}} = \frac{\lambda_{CO_2}}{\lambda_{pow}}$$

Recenzent otrzymał następujące wyniki:

$$\frac{1}{4} \lambda_{CO_2} = (17,0 \pm 0,2) \text{ cm},$$

$$\frac{1}{4} \lambda_{pow} = (19,0 \pm 0,2) \text{ cm}.$$

Stąd

$$\frac{\nu_{CO_2}}{\nu_{pow}} = 0,89 \pm 0,02.$$

Strzałka fali stojącej ze względu na różnego rodzaju efekty brzegowe nie wypada dokładnie w otwartym końcu rury i dlatego celowe jest wyznaczenie dwóch kolejnych wysokości słupa gazu, przy których zachodzi rezonans. Różnica tych wysokości jest równa $\frac{\lambda}{2}$. Nie zawsze jednak daje się to uzyskać w warunkach domowych.

Przy wykonywaniu pomiarów z dwutlenkiem węgla należy zadbać o to, by w rurze był czysty CO_2 a nie jego mieszanina z powietrzem. Najłatwiej osiągnąć to zaczynając pomiar od wysokości słupa gazu większej niż przewidywana wysokość w rezonansie i zmniejszając tę wysokość do wysokości rezonansowej. W tym przypadku wprowadzany do rury CO_2 w czasie pomiarów będzie z rury wychodził a na jego miejsce nie będzie wchodziło powietrze. Efekt ten nie daje się jednak całkowicie wyeliminować. Warto też zwrócić uwagę na to, by dwutlenek węgla użyty do doświadczenia był suchy (ważne przy produkcji CO_2 metodą rugowania z roztworem).

Część teoretyczna zadania nie sprawiła uczniom żadnych kłopotów. Olbrzymia większość prac była poprawna z tym, że niewielu uczniów zwróciło uwagę na celowość pomiaru dwu częstotliwości rezonansowych, zarówno dla powietrza jak i dla dwutlenku węgla.

Część doświadczalna była zwykle także poprawna. Najwięcej trudności sprawiło uczniom zapobieżenie mieszanin dwutlenku węgla z powietrzem w czasie pomiarów i stąd spory rozrzut uzyskiwanych wyników.

Źródło:
Zadanie pochodzi z „Druk OF” Maj / Czerwiec 1988r.

Komitet Okręgowy Olimpiady Fizycznej w Szczecinie
www.of.szc.pl