

Ćwiczenie 3

Rezonans akustyczny

Cel ćwiczenia

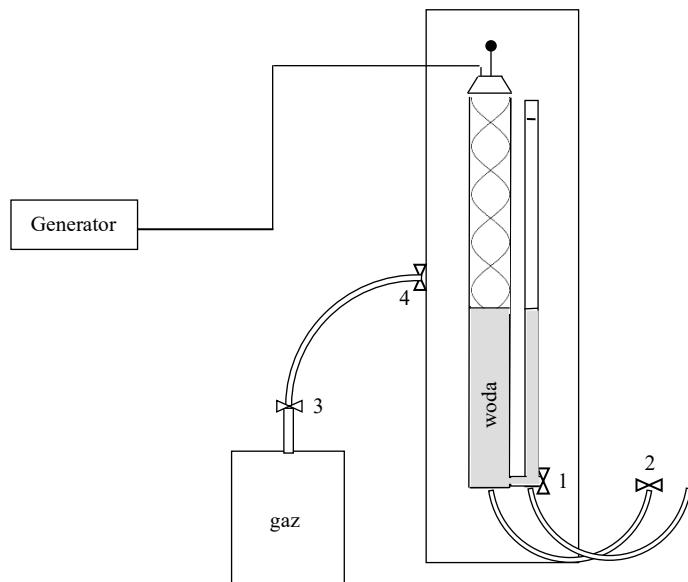
Obserwacja powstawania rezonansu fal akustycznych w rurze Quinckiego, pomiar prędkości dźwięku w gazach, wyznaczenie stosunku cp/cv , wyznaczenie liczby stopni swobody molekuł gazu.

Wymagane wiadomości teoretyczne

Fale dźwiękowe w gazach i ciałach stałych, podstawowe pojęcia z akustyki i termodynamiki, interferencja fal, fale stojące, prędkość dźwięku w gazach, przemiany termodynamiczne gazu doskonalego, stopnie swobody.

Wyposażenie stanowiska

Pionowa rura Quinckego, rurka szklana do obserwacji poziomu wody, generator akustyczny, głośnik, mikrofon, butla z dwutlenkiem węgla (CO_2), korek, komputer. (opisać głośnik)



Rys. 1 Schemat układu pomiarowego.

Zagadnienia do przedyskutowania:

- a) Fale dźwiękowe.
 - b) Jak powstaje fala stojąca?
 - c) Jak na podstawie położen węzłów (lub strzałek) fali stojącej obliczyć długość fali?

Wykonanie ćwiczenia

1. Włączyć komputer i uruchomić program "Cwiczenie_3".
2. Włączyć generator i ustawić częstotliwość zadaną przez prowadzącego ćwiczenia. Głośność ustawić tak, by nie wywoływać przykrych wrażeń słuchowych i móc obserwować na komputerze pomiarowym zmiany w natężeniu dźwięku rejestrowane przez mikrofon.
3. Delikatnie zakręcić zawór odpływu wody nr 1 (Rys. 1).
4. Ostrożnie odkręcić zawór nr 2 (Rys. 2) i powoli napełnić rurę wodą uważając by nie przekroczyć poziomu oznaczonego czerwoną kreską na rurce szklanej.
5. Podczas napełniania zaznaczać koło umieszczonego przymiaru wysokość słupa wody w momencie pojawienia się: węzła fali stojącej – maksymalnego wyciszenia sygnału dźwiękowego, lub strzałki – maksymalnego wzmacnienia sygnału – obserwując wskazania programu "Cwiczenie_3".
6. Zapisać w konspekcie powyższe położenia słupa wody dla danej częstotliwości, a następnie usunąć zaznaczenia koło przymiaru.
7. Następnie powtórzyć pomiar dla danej częstotliwości powoli wylewając wodę przez zawór wylotowy nr 1.
8. Podczas wylewania zaznaczać wysokość słupa wody, w momencie pojawienia się węzła fali stojącej – wyciszenia sygnału dźwiękowego lub strzałki – maksymalnego wzmacnienia sygnału – obserwując wskazania programu "Cwiczenie_3".
9. Pomiar powtórzyć dla innych, zadanych przez prowadzącego ćwiczenia częstotliwości, z zakresu od 400 do 1600 Hz.
10. Zanotować temperaturę powietrza w pomieszczeniu.
11. Po skończonym ćwiczeniu zawór spustowy 1 zostawić w pozycji otwartej.

Opracowanie wyników

1. Na podstawie pomiarów obliczyć dla każdej częstotliwości średnią długość fali stojącej, wyniki wpisać do tabeli .
2. Uruchomić program *Calc* pakietu *Open Office*.
3. Wykonać wykres λ w funkcji $1/f$.
4. Do punktów na wykresie dopasować prostą regresji liniowej (jednoparametrowej) metodą najmniejszych kwadratów.
5. Z parametrów dopasowania wyznaczyć prędkość dźwięku i niepewności pomiarowe prędkości dźwięku.
6. Na podstawie równania:

$$V = \sqrt{\frac{\kappa R T}{\mu}} \quad (1)$$

gdzie: R - uniwersalna stała gazowa, T - temperatura bezwzględna, $\kappa = c_p/c_v$ - stosunek ciepła właściwego przy danym ciśnieniu do ciepła właściwego przy danej objętości, μ - masa molowa molekuł gazu (dla powietrza przyjąć skład procentowy: 78% N₂, 21% O₂, 1 % Ar). obliczyć κ i niepewność.

7. Zależność współczynnika κ od liczby stopni swobody molekuł gazu i :

$$\kappa = \frac{i+2}{i}. \quad (2)$$

Z tego wzoru obliczyć liczbę stopni swobody i .

8. Porównać prędkość dźwięku w badanym gazie oraz liczbę stopni swobody z wielkością teoretyczną.

Literatura

1. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, Podstawy fizyki, Tom II, PWN (2005).
2. *Pracownia Fizyczna Wydziału Fizyki i Techniki Jądrowej AGH. Część I, wydanie drugie, pod redakcją Andrzeja Zięby, Kraków 1999. Skrypty uczelniane SU 1642, str. 14*