Obraz zawierający tekst, Czcionka, logo, symbol

Opis wygenerowany automatycznie

**SPRAWOZDANIE Z ĆWICZENIA LABORATORYJNEGO**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Temat: Wyznaczanie prędkości dźwięku w powietrzu metodą rezonansową Quincky’ego | | | |
| Wydział | AEiI | Kierunek | Informatyka |
| Nr grupy | 1 | Rok akademicki | 2023/2024 |
| Rok studiów | 2 | Semestr | 3 |

Oświadczam, że niniejsze sprawozdanie jest całkowicie moim/naszym dziełem, że żaden

z fragmentów sprawozdania nie jest zapożyczony z cudzej pracy. Oświadczam, że jestem

świadoma/świadom odpowiedzialności karnej za naruszenie praw autorskich osób trzecich.

|  |  |
| --- | --- |
| L.P. | Imię i nazwisko |
| 1. | Karol Pitera |
| 2. | Dominik Kłaput |
| 3. |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Data pomiarów | 22.11.2023 |

**Ocena poprawności elementów sprawozdania**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| data oceny | wstęp i cel ćwiczenia | struktura  sprawozdania | obliczenia | rachunek niepewności | wykres | zapis końcowy | wnioski |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

Ocena końcowa:

|  |  |
| --- | --- |
| Ocena lub liczba punktów |  |
| Data i podpis |  |

**Wstęp teoretyczny**

Fala akustyczna - zaburzenie gęstości ośrodka rozchodzące się w postaci fali podłużnej w ośrodku sprężystym. Równanie jednowymiarowej fali sprężystej ma postać:

Obraz zawierający Czcionka, pismo odręczne, numer, typografia

Opis wygenerowany automatycznie

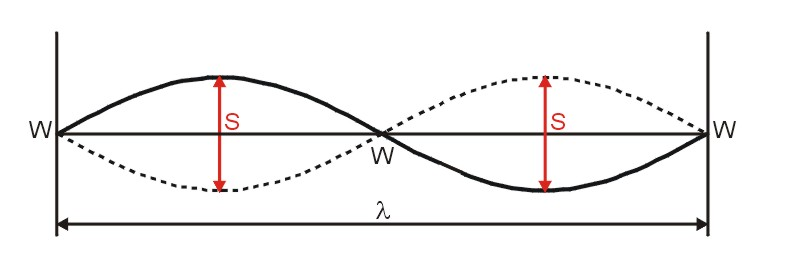
Rys 1.1 Równanie jednowymiarowej fali sprężystej

A z kolei jego całka opisuje wychylenie propagujące wzdłuż osi x.

Obraz zawierający Czcionka, pismo odręczne, kaligrafia, linia

Opis wygenerowany automatycznie

Rys 1.2 Równanie wychylenia fali

Fala Stojąca - fala której grzbiety oraz doliny nie poruszają się, powstaje na skutek interferencji dwóch takich samych fal poruszających się w przeciwnych do siebie zwrotach. Podczas tego eksperymentu efekt powstaje przez nałożenie się na siebie fali biegnącej i odbitej.

Rys 1.3 Schemat fali stojącej

Wykorzystując powyższe właściwości jesteśmy w stanie zmierzyć prędkość dźwięku w powietrzu wykorzystując metodę rezonansową Quincky'ego.

Ustawiona pionowo szklana rura, jest połączona elastycznym wężem z ruchomym zbiornikiem na ciecz. Przy przesuwaniu w pionie tego zbiornika wyrównuje się poziomów cieczy w połączonych naczyniach dzięki czemu zmieniają się wysokości słupów cieczy i powietrza w rurze Quinckego. Nad wylotem rury umieszczony jest głośnik, który może emitować dźwięki o różnych tonach ustalanych przy pomocy generatora sygnałów, oraz mikrofon połączony z oscyloskopem.

Obraz zawierający diagram, szkic, tekst, Rysunek techniczny

Opis wygenerowany automatycznie

Rys 1.4 Układ pomiarowy

Przy pewnych wysokościach słupa powietrza następuje wzrost głośności dźwięku oraz zwężenie obrazu na oscyloskopie, stanowiący skutek wytworzenia się fali stojącej i rezonansu. Znając częstotliwość fali oraz wysokości słupa powietrza dla których występuje rezonans jesteśmy w stanie obliczyć prędkość z jaką rozchodzi się ona w powietrzu.

**Opracowanie wyników pomiarowych**

1. **Uśrednić odczytane położenia słupa wody dla każdego rezonansu.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| f, Hz | 1300 | 1500 | 1800 |
| h1śr, cm | 7,23 | 6,50 | 14,73 |
| h2śr, cm | 20,33 | 17,63 | 24,10 |
| h3śr, cm | 33,53 | 29,03 | 34,03 |
| h4śr, cm | 46,87 | 40,67 | 43,57 |
| h5śr, cm | 59,90 | 52,20 | 53,17 |

Rys.2 Tabela przedstawiająca uśredniony wynik pomiarów położenia słupa wody dla każdego rezonansu w zależności od częstotliwości

**2. Obliczyć niepewność uśrednienia jako maksymalną różnicę między wartością średnią a kolejnym odczytem dla j = 1, 2, 3....**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| f, Hz | 1300 | 1500 | 1800 |
| u(h1śr), cm | 0,23 | 0,10 | 0,57 |
| u(h2śr), cm | 0,07 | 0,13 | 0,10 |
| u(h3śr), cm | 0,07 | 0,33 | 0,17 |
| u(h4śr), cm | 0,13 | 0,27 | 0,07 |
| u(h5śr), cm | 0,10 | 0,10 | 0,13 |

Rys.3 Tabela przedstawiająca niepewność uśrednienia wyników pomiarów położenia słupa wody dla każdego rezonansu w zależności od przyjętej częstotliwości

**3. Oszacować niepewność pomiarową u­­b(h) dla pomiaru h, wynikającą z podziałki oraz ze sposobu odczytu z podziałki.**

Niepewność pomiarowa wynikająca ze wzoru podziałki wynosi:

Chociaż możemy określić podziałkę z większą dokładnością, ze względu na doświadczenie w użytkowaniu tego typu instrumentu, to jednak błąd zawyżają wymienione poniżej czynniki:

- menisków cieczy, które mogły zmniejszyć dokładność naszych obserwacji,

- niepewności wynikającej z ciągłego poruszania się płynu, co utrudniało precyzyjne odczytanie położenia słupa wody,

- nieidealną komunikacje pomiędzy osobą obserwującą rurę Quincke’go, a osobą zgłaszającą maksima widoczne na oscyloskopie.

Zatem oszacowaliśmy niepewność pomiarową u­­b(h) wzwyż i ostatecznie przyjęliśmy:

**4. Obliczyć niepewność całkowitą dla każdego położenia hj , w którym występuje rezonans .**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| f, Hz | 1300 | 1500 | 1800 |
| u(h1śr)całkowite, cm | 0,25 | 0,14 | 0,58 |
| u(h2śr)całkowite, cm | 0,12 | 0,17 | 0,14 |
| u(h3śr)całkowite, cm | 0,12 | 0,35 | 0,19 |
| u(h4śr)całkowite, cm | 0,17 | 0,28 | 0,12 |
| u(h5śr)całkowite, cm | 0,14 | 0,14 | 0,17 |

Rys.4 Tabela przedstawiająca niepewność całkowitą dla każdego położenia hj , w którym występuje rezonans , w zależności od przyjętej częstotliwości.

**5. Dla każdej częstotliwości obliczyć różnice odległości między kolejnymi rezonansami ∆hi = hi+1− hi .**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| f, Hz | 1300 | 1500 | 1800 |
| ∆h1 = (h2 – h1), cm | 13,10 | 11,13 | 9,37 |
| ∆h2 = (h3 – h2), cm | 13,20 | 11,40 | 9,93 |
| ∆h3 = (h4 – h3), cm | 13,33 | 11,63 | 9,53 |
| ∆h4 = (h5 – h4), cm | 13,03 | 11,53 | 9,60 |

Rys.5 Tabela przedstawiająca różnice odległości między kolejnymi rezonansami ∆hi = hi+1− hi, w zależności od przyjętej częstotliwości.

**6. Korzystając z prawa przenoszenia niepewności obliczyć u(∆hi).**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| f, Hz | 1300 | 1500 | 1800 |
| u(∆h1), cm | 0,61 | 0,56 | 0,85 |
| u(∆h2), cm | 0,49 | 0,72 | 0,58 |
| u(∆h3), cm | 0,54 | 0,80 | 0,56 |
| u(∆h4), cm | 0,56 | 0,65 | 0,54 |

Rys.6 Tabela przedstawiająca niepewności u(∆hi), w zależności od przyjętej częstotliwości.

**7. Dla każdej wartości ∆hi obliczyć prędkość dźwięku:**

**ci = 2f∆hi,**

**gdzie f – częstotliwość sygnału napięciowego, podawanego na głośnik.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| f, Hz | 1300 | 1500 | 1800 |
| c1 = 2f∆h1, m/s | 340,60 | 334,00 | 337,20 |
| c2 = 2f∆h2, m/s | 343,20 | 342,00 | 357,60 |
| c3 = 2f∆h3, m/s | 346,67 | 349,00 | 343,20 |
| c4 = 2f∆h4, m/s | 338,87 | 346,00 | 345,60 |

Rys.7 Tabela przedstawiająca wyniki prędkości dźwięku dla podanych wartości ∆hi, w zależności od przyjętej częstotliwości.

**8. Korzystając z prawa przenoszenia niepewności, obliczyć u(ci).**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| f, Hz | 1300 | 1500 | 1800 |
| u(c1), m/s | 39,88 | 40,81 | 55,21 |
| u(c2), m/s | 35,70 | 46,39 | 45,67 |
| u(c3), m/s | 37,32 | 48,85 | 44,93 |
| u(c4), m/s | 37,99 | 44,26 | 43,91 |

Rys.8 Tabela przedstawiająca wyniki niepewności u(ci), w zależności od przyjętej częstotliwości.

**9. Średnia ważona prędkości oraz jej niepewność.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| prędkość dźwięku c = 2f∆h | u(c) | waga niepewności |
| 340,60 | 39,8765 | 0,000628876 |
| 343,20 | 35,7032 | 0,000784488 |
| 346,67 | 37,3165 | 0,000718122 |
| 338,87 | 37,9888 | 0,00069293 |
| 334,00 | 40,8065 | 0,000600539 |
| 342,00 | 46,3921 | 0,000464634 |
| 349,00 | 48,8516 | 0,000419027 |
| 346,00 | 44,2557 | 0,000510577 |
| 337,20 | 55,2087 | 0,000328084 |
| 357,60 | 45,6738 | 0,000479365 |
| 343,20 | 44,9339 | 0,000495282 |
| 345,60 | 43,9102 | 0,000518643 |

Rys.9 Tabela przedstawiająca składniki do obliczenia średniej ważonej

VŚr = 343,47 m/s

u(VŚr) = 37,6 m/s

**10. Porównanie z wartością tablicową**

Wartość tablicowa: 340 m/s

Wartość zmierzona: 343,47 m/s

Niepewność pomiaru: 37,6 m/s

Wartość zmierzona po uwzględnieniu niepewności pomiarowej jest zgodna z wartością tablicową.

**Wnioski**

Wykonane pomiary pozwoliły nam obliczyć prędkość dźwięku, która po uwzględnieniu niepewności pomiarowej mieści się w wartości tablicowej.

Można zauważyć, że wraz ze wzrostem częstotliwości fali akustycznej, punkty w których zachodzi rezonans pojawiają się coraz bliżej siebie oraz narasta niepewność wyników.

Pomiary wykazują znacznie mniejsze wahania niż niepewność wyprowadzona za pomocą obliczeń z uwzględnieniem naszej oceny co może świadczyć o wysokiej dokładności metody badawczej w stosunku do naszych oczekiwań.  
  
W punkcie nr 3 oszacowaliśmy wartość pomiarową na:

Czynniki, które budziły w nas obawę, zaburzenia dokładność pomiarową, nie wpłynęły istotnie na badanie. Co poskutkowało zbyt dużym wynikiem niepewności pomiarowej.

**Bibliografia:**

<https://zpe.gov.pl/a/swiatlo-i-dzwiek/Db1N7hVc4>

https://astrofiz.pl/