

Вимірювання швидкості звуку



Physics

Acoustics

Sound generation & propagation



Рівень складності

легко



Розмір групи

-



Час підготовки

10 хвилини



Час виконання

10 хвилини

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/6468e144926d460002050246>

PHYWE

Інформація про викладачів

Опис

PHYWE



Експериментальна установка

Звук поширюється з різною швидкістю в різних середовищах. Однією з найважливіших швидкостей поширення звуку є швидкість у повітрі, оскільки вона має найбільший вплив на повсякденне життя.

Вона дозволяє людям визначати напрямки звуків і відіграє дуже важливу роль у сучасній авіації, а також у багатьох інших предметних галузях.

У цьому експерименті учні визначають швидкість звуку в повітрі. Для цього вони вимірюють різницю в часі проходження звукового сигналу від двох просторово зміщених стереодинаміків за допомогою програмного забезпечення measure Акустика (measure Acoustics).

Додаткова інформація для викладачів (1/3)

PHYWE

Попередні знання



Перед проведенням експерименту учні повинні знати як визначається швидкість і як обчислюється середня швидкість за відстанню та часом.

Принцип



У цьому експерименті учні реєструють у цифровому вигляді кілька звукових сигналів з різних відстаней і визначають швидкість звуку, використовуючи різницю у відстані проходження.

Додаткова інформація для викладачів (2/3)

PHYWE

Мета



У цьому експерименті учні дізнаються про простий, але ефективний метод визначення швидкості звуку.

Завдання



У цьому експерименті учні визначають швидкість звуку в повітрі за допомогою стереодинаміків і мікрофона.

Додаткова інформація для викладачів (3/3)

PHYWE

Зауваження щодо підготовки та виконання роботи

- Якість відтворення імпульсів залежить від того, які гучномовці Ви використовуєте. Деякі, здебільшого дуже недорогі вироби, відтворюють менш чітко виражені імпульси з іноді дуже довгими перехідними процесами. Сигнал з гучномовця на задній панелі, зокрема, може бути недостатньо якісним, коли він потрапляє на мікрофон.
- Ретельне вирівнювання двох гучномовців і мікрофона чітко впливає на якість відображуваних імпульсів. Мікрофон і гучномовець, якщо це можливо, повинні знаходитися на одній лінії, а мікрофон повинен бути вирівняний горизонтально по відношенню до поверхні.
- Крім того, швидкість звуку можна визначити за часом проходження відбитого імпульсу, поділеним на подвоєну довжину трубки, використовуючи установку для експерименту P6011200 "Відбиття і відлуння".

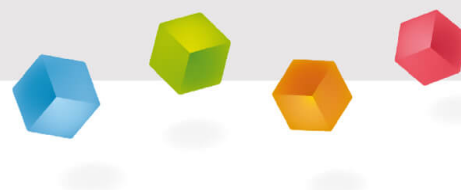
Інструкції з техніки безпеки

PHYWE



До цього експерименту застосовуються загальні інструкції щодо безпечного проведення експериментів під час викладання природничих наук.

PHYWE



Інформація для учнів

Мотивація

PHYWE



Гроза

Нам відомо, що під час грози звук поширюється з обмеженою швидкістю. Коли ми бачимо блискавку, грім, що її супроводжує, ми чуємо лише через кілька секунд, залежно від відстані до блискавки.

Такий самий принцип дозволяє нам визначати напрямок джерела звуку на слух, оскільки звукова хвиля доходить до одного вуха швидше, ніж до іншого.

У цьому експерименті Ви самостійно перевірите метод, який дозволяє досить точно визначити швидкість звуку в повітрі.

Завдання

PHYWE



Експериментальна установка

Визначте швидкість звуку в повітрі за допомогою стереодинаміків і мікрофона.

Матеріал

PHYWE

Позиція	Матеріал	Пункт №.	Кількість
1	Software "Measure Acoustics"	14441-61	1

Підготовка (1/2)

PHYWE



Рисунок 1

- Правильно під'єднайте стереодинаміки та мікрофон до комп'ютера.
- Розмістіть динаміки впритул один до одного, а мікрофон - на відстані приблизно 5 см перед одним із динаміків (рис. 1). Відкрийте налаштування аудіо на комп'ютері.
- Відрегулюйте гучність так, щоб звук виходив тільки через динамік, перед яким розміщено мікрофон. Потім встановіть вихідну гучність на максимум.

Підготовка (2/2)

PHYWE

- Запустіть програму measure Акустика (measure Acoustics).



- Відкрийте огляд експерименту (пункт меню "Файл" → "Відкрити експеримент" або виберіть "Відкрити експеримент" у рядку меню).
- Виберіть експеримент "2.4 Швидкість звуку" з папки 2 "Базова фізика: Коливання та хвилі".



Виконання роботи (1/5)

PHYWE

1. Запустіть відтворення діаграми "Спектр сигналу на аудіовиході (гучномовець або навушники)". Через 2 секунди відтворюється послідовність з восьми тонів.

Для цього у вікні діаграми виберіть "Спектр ... (гучномовець або навушники)" і натисніть "Почати". 

2. Знову запустіть відтворення. Але тепер зупиніть хід звукозапису так, щоб на ділянці діаграми "Функція сигналу ... (мікрофон)" можна було розпізнати один з восьми звукових імпульсів у повному обсязі.

Виберіть "Активувати / зупинити діаграму" у вікні діаграми "Функція сигналу на аудіовиході (мікрофон) від часу" 

Виконання роботи (2/5)

PHYWE

3. Відрегулюйте зафіксовану ділянку діаграми так, щоб можна було чітко бачити записаний звуковий сигнал. За необхідності повторіть процедуру доти, доки звуковий сигнал не буде успішно записано.

Виберіть  "Автоматичне налаштування ділянки діаграми". За необхідності використовуйте лупу  "Масштабування" і за допомогою лівої кнопки миші намалюйте прямокутник навколо області, яку слід збільшити.

4. Зчитайте тривалість імпульсу і запишіть значення.

У вікні діаграми "Функція сигналу в часі ... (мікрофон)" виберіть перехрестя  "Позначка", щоб визначити значення x (тут: час у мс), зчитавши його з рядка стану в нижній частині екрана.

Виконання роботи (3/5)

PHYWE

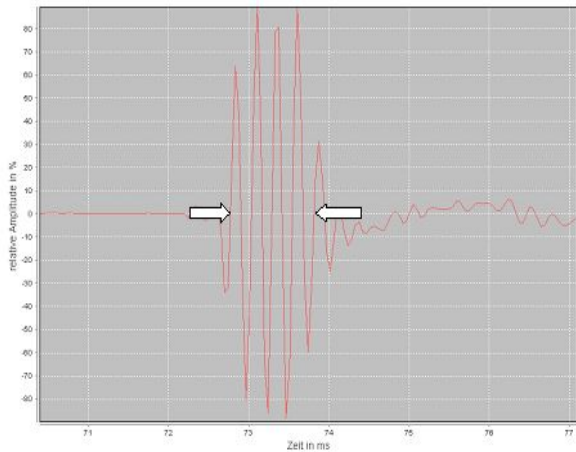


Рисунок 2

Зверніть увагу: Визначення тривалості імпульсу

На рисунку 2 показано один з восьми імпульсів. Через обмеження інтервалу часу, що відображається, до 100 мс, зазвичай на діаграмі відображається лише один або, щонайбільше, два імпульси. При визначенні тривалості імпульсу слід знехтувати звичайними процесами виникнення і згасання коливань синусоїдальної форми, які також спричинені програмним забезпеченням.

Імпульс починається з першого коливання зі значно більшим відхиленням, тобто при проходженні через вісь x до цього відхилення. Відповідно, імпульс закінчується після останнього коливання зі значно більшим відхиленням. Обидві точки на графіку позначені стрілками.

Виконання роботи (4/5)

PHYWE

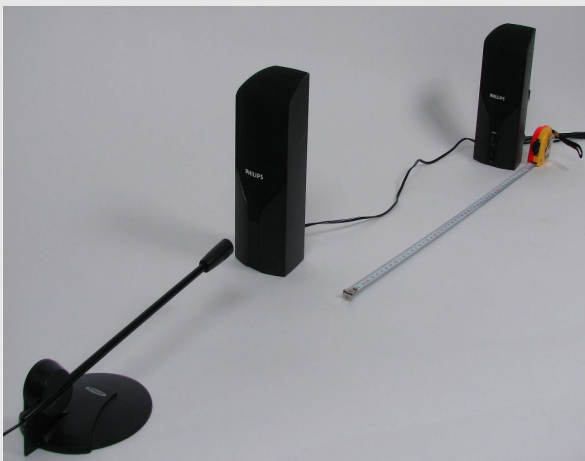


Рисунок 3

5. Знову відкрийте налаштування звуку на комп'ютері та відрегулюйте баланс так, щоб обидва динаміки видавали однаково гучний сигнал.

6. Тепер розташуйте дві колонки на відстані приблизно 50 см одна від одної. Вони повинні бути спрямовані в одному напрямку, лише трохи зміщені (рис. 3).

7. Виміряйте відстань між двома динаміками рулеткою і запишіть значення. Встановіть мікрофон на відстані приблизно 10 см від передньої колонки як можна більш горизонтально до поверхні.

8. Знову встановіть стандартний діапазон для подальших вимірювань і активуйте діаграму.

Виконання роботи (5/5)

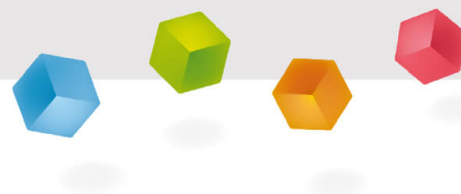
PHYWE

9. Знову запустіть відтворення восьми звукових імпульсів і зупиніть відлік часу. Тепер Ви маєте побачити два звукові імпульси, по одному з кожного динаміка.

10. За допомогою перехрестя визначте інтервал часу між двома імпульсами. Зафіксуйте час початку імпульсів. Запишіть свій результат у протокол експерименту.

PHYWE

Протокол



Завдання 1

PHYWE

Чому в програмі було записано два чітко розрізнявані імпульси, хоча обидва динаміки видавали звук в один і той самий момент?

Програма показує імпульси як функцію відстані. Другий імпульс знаходиться правіше, і зсув пов'язаний з тим, що обидва динаміки не ідеально співпадають один з одним.

Програма показує імпульси як функцію часу. Другий імпульс був почутий мікрофоном пізніше і надійшов до мікрофона відповідно пізніше.

Програма показує імпульси окремо, тому що у випадку накладання індивідуальні характеристики кожного імпульсу вже не можна розрізнити.

Завдання 2

PHYWE

Виберіть правильні твердження про звукові хвилі.

- ☐ Швидкість звуку залежить від середовища, зовнішньої температури, тиску повітря і частоти звуку.
- ☐ Високі звуки поширюються швидше, ніж низькі.
- ☐ Швидкість звуку в повітрі постійна.
- ☐ У сухому повітрі при температурі 20° за Цельсієм звук поширюється зі швидкістю $343 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ вимкнено.

✓ Перевірка.

Завдання 3

PHYWE

Через погодні умови звукова хвиля поширюється зі швидкістю 357 м/с. Ви знаходитесь за 10 кілометрів від джерела звуку.

Через скільки секунд Ви почуєте звукову хвилю?

Звукову хвилю можна почути через секунд.

✓ Перевірка.

Завдання 3

PHYWE

Через погодні умови звукова хвиля поширюється зі швидкістю 357 м/с. Ви знаходитесь за 10 кілометрів від джерела звуку.

Через скільки секунд Ви почуєте звукову хвилю?

Звукову хвилю можна почути через секунд.

✓ Перевірка.