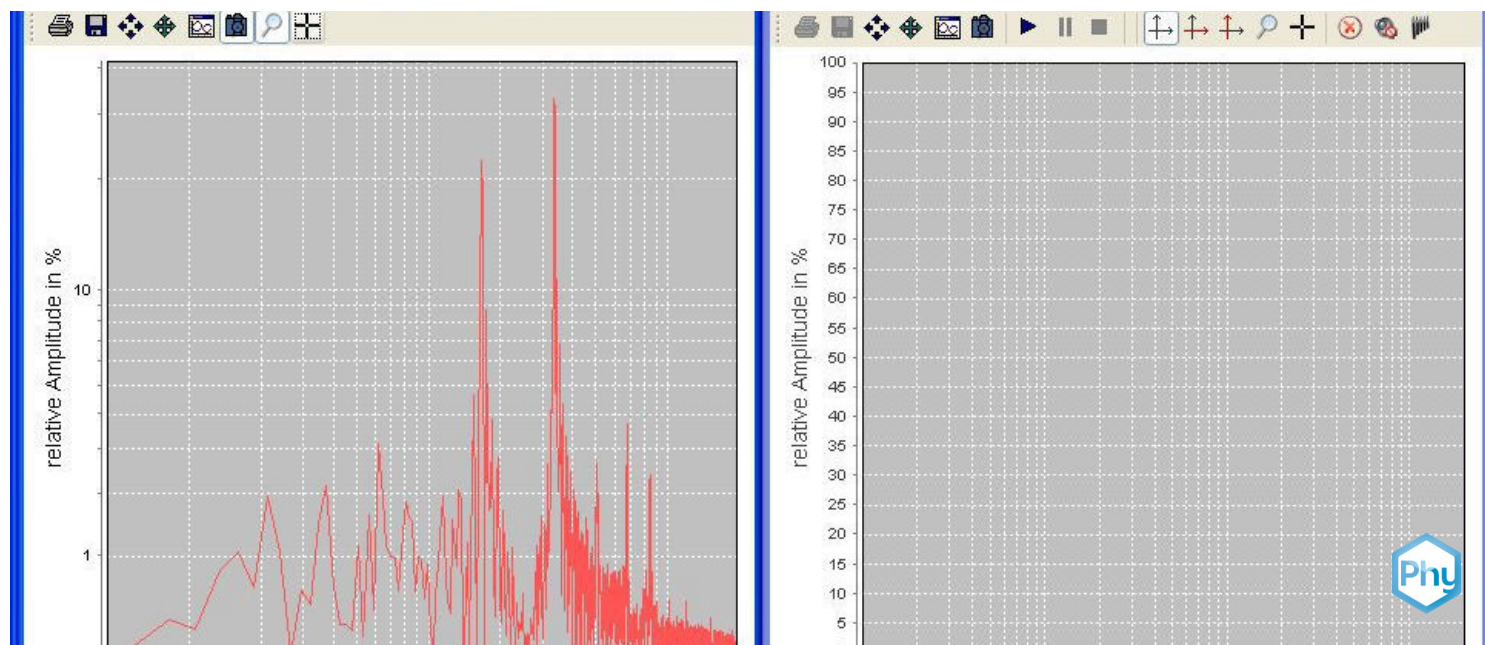


Базовий тон, обертон і колір тону



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:

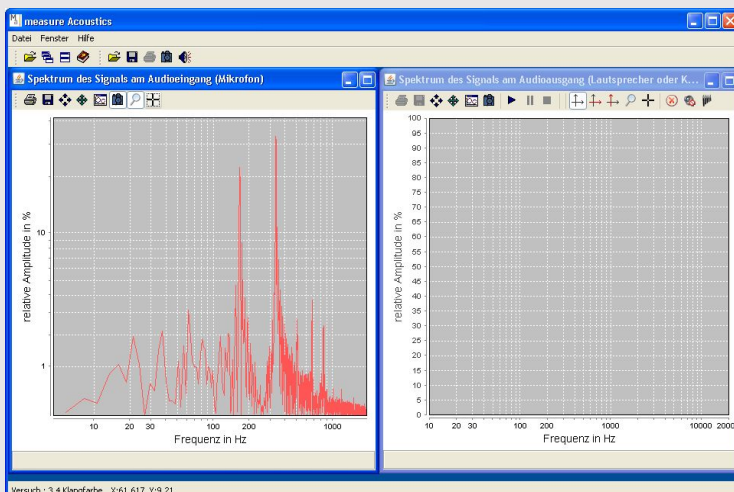
<http://localhost:1337/c/64610b7be77b7c0002339d4d>

PHYWE

Інформація для викладачів

Опис

PHYWE



Експериментальна установка

У цьому експерименті студенти досліджують частотні спектри свого голосу та двох інструментів.

Вони дізнаються, що різні спектри обертонів відповідають за різні тембри, але основні тони визначають висоту звуку.

Вони також намагаються імітувати звучання інструмента за допомогою групи синусоїдальних тонів.

Додаткова інформація для викладачів (1/4)

PHYWE

Попередні знання



Перед проведенням експерименту студенти повинні ознайомитися з програмним забезпеченням Measure Акустика (Software measure Acoustics).

Вони повинні знати, що таке частотний спектр і чому тіла мають власні частоти.

Принцип



У цьому експерименті студенти запишуть свій голос і звуки деяких музичних інструментів у цифровому форматі та дослідять, що створює різні тембри.

Додаткова інформація для викладачів (2/4)

PHYWE

Мета



У цьому експерименті студенти вчать змінювати тембр звуку.

Завдання



У цьому експерименті студенти досліджують тембр різних тонів:

1. Аналізують частотний спектр свого голосу.
2. Порівнюють тембри інструментів.
3. Імітують звучання інструмента за допомогою комп'ютера.

Додаткова інформація для викладачів (3/4)

PHYWE

Зауваження щодо підготовки та виконання роботи

- У частині 2 студенти повинні зіграти концертний звук а' (440 Гц) на двох різних інструментах. Якщо інструментів немає, студенти використовують надані аудіофайли. Також можна використовувати інші аудіофайли. Вони повинні бути збережені у форматі WAV (44 КГц, 8 біт, моно).
- Ці налаштування можна перевірити або змінити, попередньо відкривши WAV-файл в аудіореєстраторі Windows і зберігши його знову.

Додаткова інформація для викладачів (4/4)

PHYWE

Зауваження щодо підготовки та виконання роботи

- У частині 3 студентам пропонується змодельувати звучання інструмента на основі спостережень у частині 2. Наприклад, можливою конфігурацією може бути піаніно:

ЗВУК	Частота, Гц	Амплітуда, %	тривалість звуку, мс	час прослуховування, мс
1	436	40	3000	3000
2	880	15	2500	2500
3	1321	18	2000	2000
4	1766	10	1500	1500
5	2215	8	1000	1000
6	2661	3	1000	1000
7	3123	4	1000	1000

Інструкції з техніки безпеки

PHYWE



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

PHYWE

Інформація для студентів



Мотивація

PHYWE



Оркестр

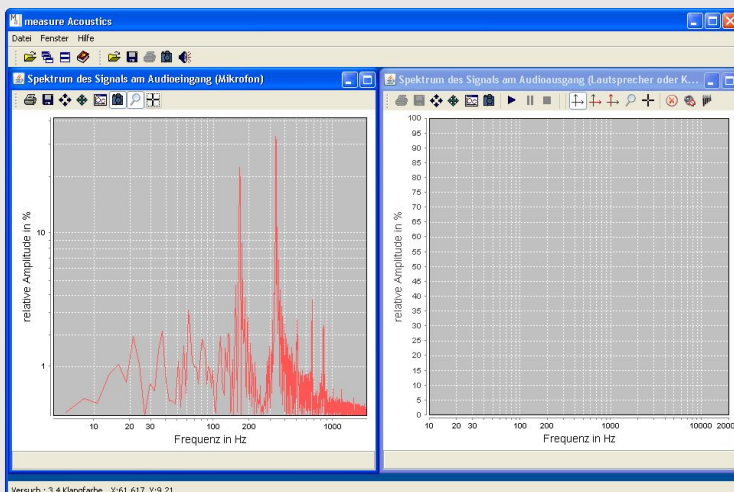
В оркестрі гармонійно поєднуються багато різних інструментів. Одна й та сама нота звучить по-різному на різних інструментах.

Це називається різним тембром звучання тону. Оскільки кожен інструмент має типовий тембр, його звучання можна відтворити за допомогою електронних генераторів тембрів, наприклад, синтезаторів або клавішних.

У цьому експерименті тони (звуки) візуалізуються і визначається, що спричиняє різні тембри.

Завдання

PHYWE



Експериментальна установка

У цьому експерименті дослідіть тембр різних тонів.

1. Проаналізуйте частотний спектр свого голосу.
2. Порівняйте тембри інструментів.
3. Імітуйте (змодельуйте) звучання інструмента за допомогою комп'ютера.

Матеріал

PHYWE

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

Підготовка

PHYWE

- Правильно під'єднайте колонки та мікрофон до комп'ютера.
- Відкрийте налаштування звуку на комп'ютері. Встановіть комфортну гучність на виході. Гучність запису має бути максимальною.
- Запустіть програму Measure Акустика (Measure Acoustics). 
- Відкрийте огляд експерименту (пункт меню "Файл" → "Відкрити експеримент" або виберіть "Відкрити експеримент" у рядку меню). Виберіть експеримент "3.4 Колір звуку" з папки "Застосування в медицині, музиці та повсякденному житті". 

Виконання роботи (1/7)

PHYWE

Частина 1: Частотний спектр Вашого голосу

1. Поставте мікрофон прямо перед собою і співайте літеру "у" на будь-якій висоті.
2. Затримайте звук на кілька секунд і зупиніть діаграму.

Для цього у вікні діаграми "Функція сигналу на аудіовході (мікрофон) від часу" виберіть "Активувати/зупинити діаграму". 

Виконання роботи (2/7)

PHYWE

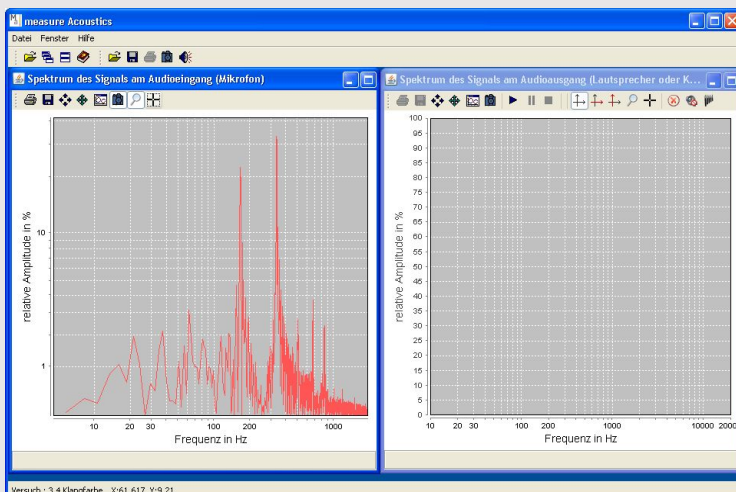


Рисунок 1

3. Якщо необхідно, відрегулюйте ділянку діаграми так, щоб частотний спектр Вашого голосу був добре видно.

Скористайтесь лупою "Масштабування" і  намалюйте прямокутник навколо області, яку Ви хочете збільшити, клацнувши лівою кнопкою миші.

4. Запишіть, які частоти Ви можете розпізнати в частотному спектрі і з якими відносними амплітудами вони зустрічаються.

Виконання роботи (3/7)

PHYWE

Частина 2: Тембр інструментів

Замість свого голосу запишіть спектр звучання двох інструментів. Найкраще підходять інструменти, які максимально відрізняються один від одного, наприклад, струнний і клавішний.

Повторіть процедуру з частини 1 для обох інструментів:

1. Піднесіть мікрофон до інструмента і ввімкніть концертну висоту звуку а' (440 Гц).
2. Зупиніть частотний спектр (див. довідку 2).
3. Подивіться на діаграму і запишіть частоти з їхніми відносними амплітудами.

Виконання роботи (4/7)

PHYWE



Якщо у Вас немає під рукою інструмента, Ви можете відтворити аудіозапис тону а' (440 Гц) з фортепіано та скрипки. Ось як це робиться:

1. Розмістіть мікрофон перед динаміками.
2. Відкрийте аудіоплеєр у програмі Measure Акустика (Measure Acoustics).
3. Завантажте аудіофайл. Для цього виберіть "Аудіоплеєр" на панелі інструментів. 
4. Аудіофайли для скрипки та фортепіано Ви знайдете в папці \Ресурси\Звуки. Завантажте ці файли за допомогою пункту меню "Файл -> Відкрити".
5. Активуйте діаграму "Спектр ... (Мікрофон)". Запустити відтворення аудіофайлу командою  "Почати".

Виконання роботи (5/7)

PHYWE

5. Зупиніть частотний спектр під час відтворення.
6. Зверніть увагу на те, які частоти зустрічаються з якими відносними амплітудами в частотному спектрі інструмента.

Виконання роботи (6/7)

PHYWE

Частина 3: Імітація звучання інструмента

1. Спробуйте зімітувати звучання інструмента, використовуючи генератор тембрів, щоб створити групу з не більше восьми тембрів.
2. Виберіть інструмент, який Ви вивчали в частині 2. Найпростіше провести цей експеримент з фортепіано або духовим інструментом. Струнні інструменти складніше імітувати.
3. Згадайте свої спостереження з частини 2 про цей інструмент. Виберіть вісім частот, які є характерними для звучання інструмента. Якщо Ви спостерігали більше восьми частот у спектрі в частині 2, виберіть частоти з найбільшими відносними амплітудами.

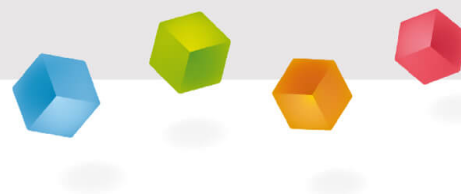
Виконання роботи (7/7)

PHYWE

4. Створіть до восьми тонів у меню генератора тонів (клацніть правою кнопкою миші на діаграмі -> меню "Генератор тонів") з частотами і відносними амплітудами, які ви взяли з частини 2.
5. Встановіть час затухання і час відтворення по 3 секунди для всіх тембрів.
6. Прийміть усі налаштування і запустіть відтворення цієї звукової групи.
7. Прослухайте вихідний сигнал кілька разів. Якщо потрібно, змініть час згасання вищих частот. Вони часто затухають швидше, ніж нижчі частоти на реальному інструменті.

PHYWE

Протокол



Завдання 1

PHYWE

Чому одна і та ж нота може звучати по-різному на двох інструментах?

У реальному світі тони здебільшого не є чистими синусоїдами, а звуками, тобто сумішами багатьох тонів. Тому одну й ту саму частоту можна отримати шляхом різних накладань. Вони мають різний тембр залежно від змішаних тонів.

Інструменти виробляють хвилі з однаковою частотою, але різною амплітудою. Ці різні амплітуди створюють різні тембри.

Те, як ми сприймаємо звуки, також залежить від швидкості поширення звукової хвилі. Звукові хвилі одного тону з різною швидкістю поширення мають різні тембри.

Завдання 2

PHYWE

Чому голос не створює чисту синусоїду під час розмови?

Твердження невірне. Голос виробляє лише чисті синусоїди.

Для того, щоб наші голосові зв'язки видавали синусоїдальний тон, обидві голосові зв'язки повинні вібрувати з однаковою частотою. Коли ми говоримо, потік повітря, який змушує голосові зв'язки вібрувати, занадто непослідовний, щоб створювати лише один чіткий тон. Однак це також корисно, щоб уможливити різноманітну взаємодію з багатьма різними звуками.

Оскільки у нас є дві голосові зв'язки, то якби ми створили дві чисті синусоїди, звук зник би, оскільки ці дві звукові хвилі руйнівно впливали б одна на одну.

Завдання 3

PHYWE

За сприйняття висоти звуку в першу чергу відповідає основний тон.

☐ правильно☐ неправильно☒ Перевірка.

У сприйнятті тембру головну роль відіграють обертони.

☐ правильно☐ неправильно☒ Перевірка.

Слайд	Оцінка / Всього
Слайд 21: Тембр	0/1
Слайд 22: Голос	0/1
Слайд 23: Кілька завдань	0/2

Всього  0/4 Рішення Повторити