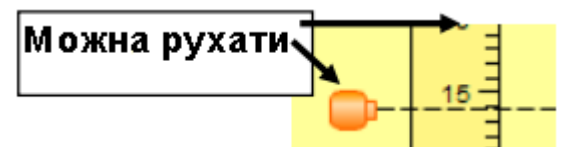
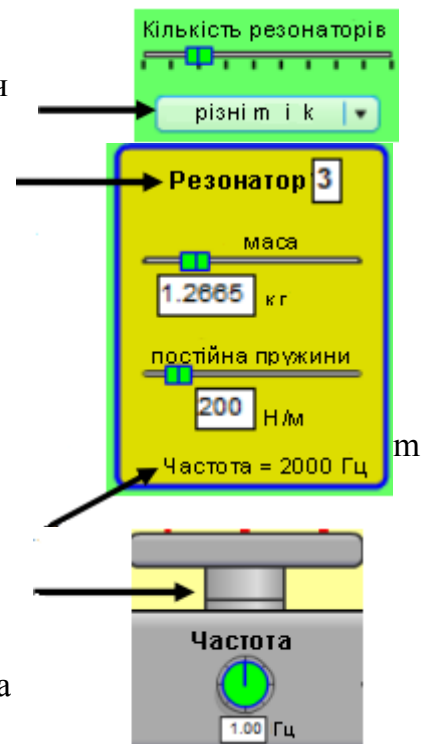


**Поради щодо управління:**

- Слово «резонатор» означає певну систему мас і пружин.
- Якщо є більше одного резонатора, на панелі керування праворуч з'являється спадне меню заданих комбінацій.
- На панелі «Резонатор» відображається інформація про певний «обраний» резонатор. Щоб вибрати параметри для резонатора, натисніть на блакитне тіло певної маси або введіть номер резонатора у текстове поле поруч із словом «Резонатор».
- Ви можете змінити масу та константу пружини вибраного резонатора за допомогою повзунків на панелі «Резонатор».
- Якщо ви змінюєте будь-яку масу чи пружину, вікно меню, що випадає, змінюється на "Попередн. встановлене". Вибір "різних і k" є комбінацією за замовчуванням.
- На екрані в будь-який час відображаються дві різні частоти. Частота на панелі резонатора - це частота вільних коливань вибраного резонатора. Частота управління на сірій коробці коливної машини є частотою зовнішньою.
- Частотний набір можна повернути більш ніж на 360 °. Причина цього полягає в тому, щоб дозволити користувачеві більш точно встановити точну частоту.
- Ви можете призупинити симуляцію, а потім скористатися опцією крок, щоб спостерігати рух поступово.
- Лінійка, яка рухається, супроводжується горизонтальними опорними лініями, які також є рухомими.
- Щоб побачити ефекти зміни частоти та амплітуди коливної машини, може бути більш повчальним використання декількох резонаторів.
- Для перегляду в повноекранному режимі "F11" працює в більшості браузерів Windows. Перегляньте поради і додаткові ідеї щодо проблем, що можуть виникнути: <http://phet.colorado.edu/uk/troubleshooting>
- Якщо ви проводите демонстрацію під час лекції, встановіть роздільну здатність екрана 1024x768, щоб симуляція заповнила екран і його можна було легко переглядати.

**Важливі примітки/ спрощення в моделюванні:**

- Частота показана в режимі реального часу, якщо для повзунка **Швидкість симуляції** встановлено значення "норм.".
- Частота власних коливань резонатора, показана на панелі резонатора 
$$= \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$
- Цей сим передбачає силу тертя  $F_t = -b \cdot v$  де  $v$  - швидкість, а  $b$  - «коэф. затухання», що відображається на панелі управління. Усі резонатори використовують той самий коефіцієнт затухання, який був обраний.

**Складності для учнів:**

- Деякі учні задаються питанням, чому маси можуть пройти через платформу коливної

машини, а не зіткнутися з нею. Причиною цього є те, що ця симуляція призначена для демонстрації керованого, амортизованого простого гармонічного руху.

- Деякі учні мають труднощі з розумінням поняття «затухання» у цій складній симуляції. Може бути корисним, щоб вони спочатку розглянули симуляції **Хвилі в стрічці** або **Маси і пружини** (але затухання називається "тертям" у цих симуляціях, оскільки учні вивчають їх на нижчому рівні).
- Якщо коеф. затухання дуже малий, а амплітуда велика, потрібен тривалий час, щоб встановилися потрібні коливання. Це покликано навчати учнів досягнення цілей навчання вищого рівня.
- Для перших трьох випадків (той же  $k$ , та ж  $m$ , різні  $m$  і  $k$ ) параметри такі, що резонансні частоти становлять 1,0 Гц, 1,5 Гц, 2,0 Гц, 2,5 Гц тощо. Деякі учні спантеличені тим, що частоти не змінюються при зміні попередніх налаштувань.
- Учні повертають тумблер частоти на коливній машині так швидко, що насправді не бачать, як резонанс рухається по лінії резонаторів. На уроці можна підказати їм повільно змінювати частоту.

#### Пропозиції щодо використання симуляції:

- Ця симуляція буде дуже корисною для фронтальної демонстрації.
- Для прикладів затухання використовуйте **Хвилі в стрічці** (повзунок затухання) або **Маси і пружини** (повзунок тертя)
- Для отримання порад щодо використання симуляцій PhET зі своїми учнями див: **PhET-підходи до досліджень з супроводом** та **Поради з використання PhET**
- Моделювання успішно використовуються для виконання домашніх завдань, під час лекцій або лабораторних занять. Використовуйте їх для ознайомлення з поняттями, вивчення нових концепцій, закріплення понять, як наочність для інтерактивних демонстрацій або для запитань у класі. Щоб прочитати більше, див. **Викладання фізики за допомогою симуляцій PhET**
- Про інші заходи та плани уроків, написані командою PhET та іншими викладачами, див.: **<https://phet.colorado.edu/uk/simulation/resonance#for-teachers-header>**