

## Вкладка **ВСТУП**

Експериментуйте з однією або двома пружинами і різними масами і виявляйте, які змінні (такі як маса, гравітація, жорсткість пружини, довжина пружини) впливають на період.

**НАЛАШТУЙТЕ** жорсткість пружини

**ВИМІРЯЙТЕ** зміщення

**ПІДВІСЬТЕ** тіла певної маси до пружини

**ПЕРЕГЛЯНЬТЕ**, яка довжина без навантаження і положення рівноваги

**ПОРІВНЯЙТЕ** пружини різної довжини

Masses and Springs

## Вкладка **ВЕКТОРИ**

Подивіться на чисту силу або складові сили в системі, а також дослідіть, як швидкість і прискорення змінюються протягом коливання.

**ПОРІВНЯЙТЕ** дві системи

**СПОСТЕРІГАЙТЕ** швидкості і прискорення в реальному часі

**ВСТАНОВЛЮЙТЕ** опорні точки за допомогою Рухомої лінії

**ЗУПИНІТЬ** коливання

**ПОКАЖІТЬ** компоненти сили

**ЗРОБІТЬ ПАУЗУ** в експерименті; **КРОКУЙТЕ** з інтервалом 0,01 секунди

Masses and Springs

## Вкладка **ЕНЕРГІЯ**

Досліджуйте енергію в системі в режимі реального часу і спостерігайте збереження механічної енергії.

**ВСТАНОВІТЬ** масу

**СПОСТЕРІГАЙТЕ** енергію в системі в реальному часі

**ПЕРЕГЛЯНЬТЕ** легенду; **ЗБІЛЬШУЙТЕ/ЗМЕНШУЙТЕ** шкалу

**КОНТРОЛЮЙТЕ** затухання

**СЛІДКУЙТЕ** за переміщенням від положення рівноваги

## Вкладка **ЛАБ.**

Зберіть дані і визначте значення невідомої маси або  $g$  на Планеті X.

**ПОКАЖІТЬ/СХОВАЙТЕ** енергію в системі

**ВИМІРЮЙТЕ** період

**ВІДСЛІДКУЙТЕ** період, увімкнувши *Шлях за період*

**КОНТРОЛЮЙТЕ** гравітацію; **ВИЗНАЧТЕ** гравітацію на невідомій планеті

Яке значення має гравітація?  
Планета X

**ЕКСПЕРИМЕНТУЙТЕ** з невідомою масою

## Управління моделюванням

- Кнопка видалення тепла в енергетичному графіку миттєво видаляє теплову енергію з системи.

Якщо відбувається затухання, теплова енергія буде продовжувати накопичуватися.

- Нульова точка енергії гравітаційного потенціалу позначена пунктирною лінією в нижній частині екрана. Гравітаційна потенційна енергія буде нульовою, коли центр мас знаходиться на цій лінії. ----- Висота = 0 м

- Коли енергія поза шкалою, стрілка з'явиться над смугою на графіку



енергії. Щоб змінити масштаб графіка, зменшіть масштаб, доки стрілки більше не будуть видимі.

### Поради щодо використання учнями

- При налаштуванні експерименту може бути корисно спочатку призупинити роботу симуляції.
- Учні можуть помітити, що вектор зміщення асиметричний щодо природної довжини. Ви можете попросити учнів знайти спосіб, щоб зробити це переміщення рівним ( $g = 0$ ) або попросити їх замість цього порівняти зміщення з масовою рівновагою (завжди симетричн.).

### Спрощення в моделюванні

- Товщина пружини використовується для позначення жорсткості пружини. Пружини з  $n$  витками можна розглядати як  $n$  ідентичних пружин (кожна з жорсткістю  $k$ ), з'єднані послідовно, з ефективною жорсткістю  $k = k/n$ . Для пружин з нерівним числом витків (нерівні довжини), щоб мати однакову ефективну жорсткість, коротка пружина повинна мати більш тонкий вимір. Аналогічно, якщо ці дві пружини мають однакову товщину, більш коротка пружина буде мати більшу ефективну константу пружини.
- Невідомі маси на вкладках **ВСТУП** і **Вектори** мають таку ж густину, як і інші маси, тому їх розмір може бути використаний для (грубо) визначення їх маси. На вкладці **ЛАБ**. Невідомі маси мають різну густину, тому учням потрібна більш складна стратегія, щоб визначити їхню масу.
- У цій моделі можуть відображатися дві рівноважні позиції: положення рівноваги (кінець пружини) і масова рівновага (центр маси). Положення рівноваги з'являється на вкладці **Вступ**, щоб дозволити учням виявити переміщення. Вектори намальовані по відношенню до центру мас, тому масова рівновага є більш корисним візуальним посиланням на пізніших вкладках.
- Сила затухання пропорційна швидкості ( $F = -c*v$ ) і затухання залежить від  $c$ . Для отримання додаткової інформації про затухання або рівняння руху див. [Маси і пружини — опис моделі](#)
- Якщо параметр (наприклад, гравітація, маса) змінюється в середньому коливанні, миттєве зміщення, маса, константа пружини, сила тяжіння і швидкість будуть використовуватися як нові початкові умови для рівняння руху. Часті зміни середньої осциляції можуть призвести до важкої для інтерпретації (хоча технічно досить точної) поведінки, тому ми рекомендуємо зупиняти масу між експериментами.

### Пропозиції для використання учнями

#### Приклади завдань учням

- Опишіть природну довжину та положення рівноваги власними словами.
- Визначити всі способи збільшення переміщення в коливанні пружинного маятника.
- Визначити взаємозв'язок між застосованою силою та зміщенням.
- Поясніть, що являє собою період, і визначте спосіб його вимірювання.
- Створити контрольований експеримент, щоб (якісно чи кількісно) визначити, як змінна — такі як маса, гравітація, жорсткість або зміщення - впливає на період.

- Визначте спосіб, щоб надати більш важкій масі більш короткий період, ніж легшій масі.
- Намалюйте сили тяжіння і пружини в декількох точках протягом всього коливання.
- Прогнозувати напрямок і величину векторів швидкості і прискорення протягом усього коливання.
- Визначити, де при коливаннях знаходиться кінетична енергія, гравітаційна потенційна енергія, та пружний потенціал енергія збільшується / зменшується, і визначають місця, де енергії максимальні або нульові.
- Оцініть швидкість маси (наприклад, макс., середню, нульову) або її положення з енергетичного графіка.
- Визначити масу невідомих мас або значення  $g$  на Планеті X (якісно або кількісно) і пояснити свій метод (методи).

Див. усі опубліковані заходи та приклади уроків для **Маси і пружини** [тут](#).  
Для отримання додаткових порад щодо використання симуляцій PhET з учнями див. [Поради щодо використання PhET](#).

***Rouinfar, July 2018***