

Intro Screen

Play with one or two pendulums and discover which variables (such as length, mass, gravity, or angle) affect the period.

Введение

Поиграйте с одним или двумя маятниками и выясните, какие переменные (например, длина, масса груза, сила тяжести или угол отклонения) влияют на период.

Угол отклонения

Трассировка колебания

Сравнение двух маятников

Длина маятника и масса груза

Влияние трения

00:02:21

Length 1: 0.70 m

Mass 1: 1.00 kg

Gravity: Earth

Friction: None

Normal

Slow

Pendulum Lab

Energy Screen

Explore the energy in the system in real-time and discover the conservation of mechanical energy.

Энергия

Исследуйте энергию в системе в режиме реального времени и откройте для себя сохранение механической энергии.

Выбор маятника

Энергия маятника в реальном времени

Обозначения

Масштаб графика

Energy Graph

Mass 1

KE

PE

Total

Length 1: 0.70 m

Mass 1: 1.00 kg

Length 2: 1.00 m

Mass 2: 0.50 kg

Gravity: Earth

Friction: None

Normal

Slow

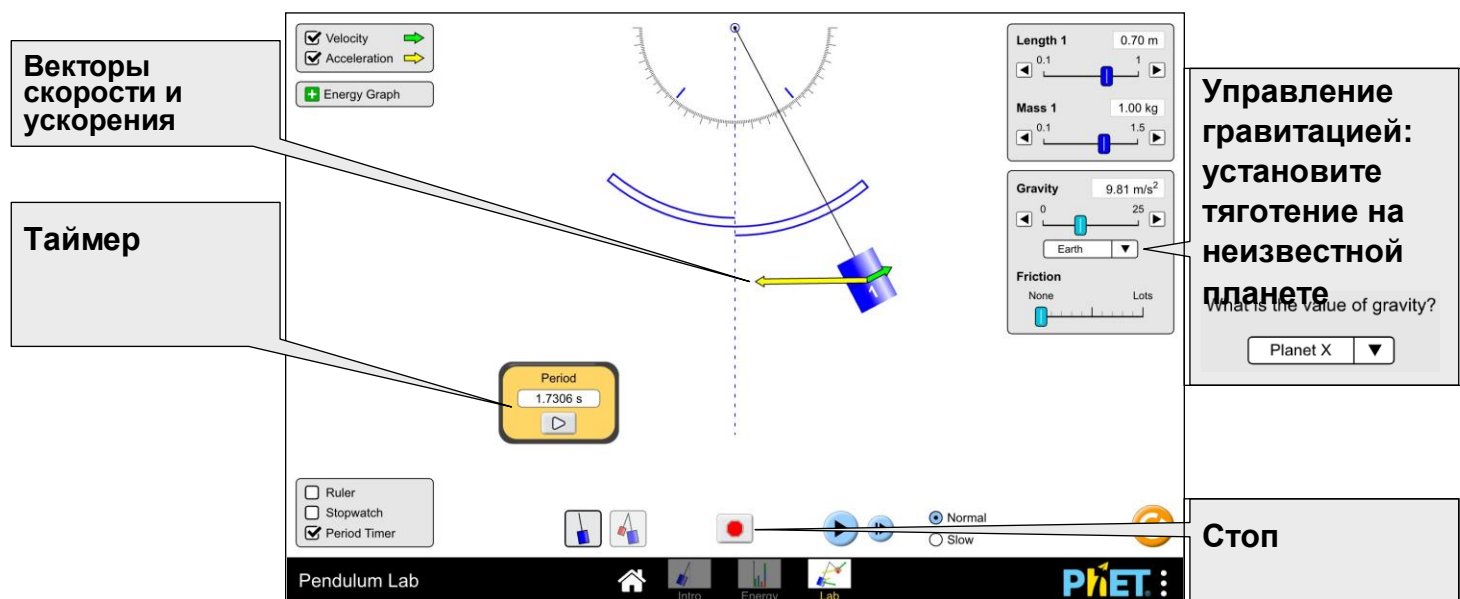
Pendulum Lab

Lab Screen

Measure the period precisely and view the velocity and acceleration throughout the pendulum's swing.

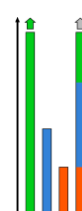
Лаборатория

Точно измерьте период и посмотрите на скорость и ускорение во время колебаний маятника.



Complex Controls

- The remove heat button in the Energy Graph will instantaneously remove the thermal energy from the system. If friction is on, the thermal energy will still continue to accumulate.
- When the energy is off-scale, an arrow will appear above the bar in the Energy Graph. To re-scale the graph, zoom out until the arrows are no longer visible



Особенности управления

* Кнопка «Тепловая энергия» на графике энергии мгновенно скроет показ тепловой энергии на графике. Если трение включено, тепловая энергия все равно будет продолжать накапливаться.

• Когда энергия зашкаливает, над полосой на графике энергии появляется стрелка. Чтобы изменить масштаб графика, уменьшайте масштаб до тех пор, пока стрелки не исчезнут

Insights into Student Use

- Students may try to use the formula for the period of a pendulum, $T = 2\pi \sqrt{L/g}$, which is only valid in the small-angle regime. Students can experiment using Jupiter or the Moon to discover what “small” means or they might be able to conduct a literature search. Note that there is no absolutely clear answer to this question — it depends on the level of precision maintained.
- When experimenting, it may be helpful to first pause the sim and then set up the experiment.
- The purpose of the ruler is to set the scale. Students generally use the ruler to verify that the length is measured to the pendulum's center of mass.

Замечания учеников

- * Учащиеся могут попробовать использовать формулу для периода маятника $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, которая справедлива только для малых углов. Ученики могут поэкспериментировать, используя Юпитер или Луну, чтобы выяснить, что значит “маленький”, или они могут провести поиск литературы по этому вопросу. Заметим, что на этот вопрос нет абсолютно четкого ответа — все зависит от уровня поддерживаемой точности.
- * При экспериментировании может быть полезно сначала приостановить симулятор, а затем настроить эксперимент.
- * Цель линейки - установить шкалу. Учащиеся обычно используют линейку, чтобы проверить, что длина измеряется до центра масс маятника.

Model Simplifications

- As you move the pendulum, the angles are constrained to be an exact integer number of degrees.
- The potential energy is relative to the resting point of the mass, so pendulums with different lengths will have different zero-points.
- The Period Timer operates as a triggered mechanism (photogate), which starts when the pendulum crosses the vertical dotted line. The period will be displayed after one cycle.
- If a parameter (e.g. gravity, mass) is changed mid-swing, the instantaneous length, mass, angle, and tangential velocity will be used as the new initial conditions for the equation of motion. As a result, the amplitude of the swing may be affected, and will no longer correspond to the tick mark on the protractor.
- Friction is modeled as quadratic drag ($F_{\text{drag}} \propto v^2$) which is valid in the high Reynold's number limit appropriate for macroscopic objects. Increasing the friction will increase the value of the drag coefficient in the model.
- For more information about the drag force or the equation of motion, see [Pendulum Lab Model](#).

Допущения, принятые в модели

- * При перемещении маятника углы ограничиваются точным целым числом градусов.
- * Потенциальная энергия находится относительно точки покоя массы, поэтому маятники с разной длиной будут иметь разные нулевые точки.
- * Таймер запускается, когда маятник пересекает вертикальную пунктирную линию. Период будет отображаться после одного цикла.
- Если параметр (например, сила тяжести, масса) изменяется в середине колебания, длина, масса, угол и тангенциальная скорость будут использоваться в качестве новых начальных условий для уравнения движения. В результате амплитуда колебания может быть изменена.
- * Трение моделируется как квадратичное сопротивление ($F_{\text{drag}} \propto v^2$), которое справедливо для большого числа Рейнольдса, подходящего для макроскопических объектов. Увеличение трения приведет к увеличению значения коэффициента лобового сопротивления в модели.

Suggestions for Use

Sample Challenge Prompts

- Explain what the period of a pendulum represents.
- Determine a method to measure the period without using the Period Timer tool.
- Design a controlled experiment to (qualitatively or quantitatively) determine how a variable — such as length, mass, gravity, or angle — affects the period.
- Estimate the speed of the pendulum from the Energy Graph (e.g. maximum, medium, or zero).
- Predict the position of the pendulum from the Energy Graph.
- Compare the period on Planet X to Earth. Which planet has a larger gravitational acceleration
- Calculate the value of g on Planet X.

- Predict the direction and magnitude of the velocity vector at various points along the swing.
- Determine what constitutes a “small” angle. (Note that the answer depends on the desired level of precision.)

See all published activities for Pendulum Lab [here](#).

For more tips on using PhET sims with your students, see [Tips for Using PhET](#).

Рекомендации по применению

Примерные задания

- * *Объясните, что представляет собой период маятника.*
- * *Определите метод измерения периода без использования инструмента таймер.*
- * *Разработайте контролируемый эксперимент, чтобы (качественно или качественно)определить, как переменная — например, длина, масса, сила тяжести или угол отклонения — влияет на период.*
- * *Оцените скорость маятника по графику энергии (например, максимальная, средняя или нулевая).*
- * *Предскажите положение маятника по графику энергии.*
- * *Сравните период на Планете X с периодом на Земле. Какая планета имеет большее ускорение свободного падения?*
- * *Вычислите значение g на Планете X.*
- * *Предскажите направление и величину вектора скорости в различных точках колебания.*
- * *Определите, что представляет собой ” малый ” угол. (Обратите внимание, что ответ зависит от желаемого уровня точности.)*