

Изучение закона сохранения энергии

Цель работы

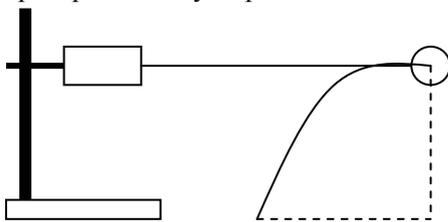
Сравнить экспериментально уменьшение потенциальной энергии пружины с увеличением кинетической энергии тела, связанного с пружиной.

Метод экспериментального исследования явления

На основании закона сохранения и превращения механической энергии при взаимодействии тел силами упругости изменение потенциальной энергии растянутой пружины должно быть равно изменению кинетической энергии тела связанного с пружиной, взятому с обратным знаком.

Теория

На основании закона сохранения и превращения механической энергии при взаимодействии тел силами упругости изменение потенциальной энергии растянутой пружины должно быть равно изменению кинетической энергии тела связанного с пружиной, взятому с обратным знаком. Для проверки этого утверждения можно воспользоваться установкой изображённой на рисунке.



Закрепив датчик силы в лапке штатива, прикрепляют нить с шариком к пружине и натягивают ее, держа нить горизонтально. Когда шар отпускают, он под действием силы упругости приобретает скорость V . При этом потенциальная энергия пружины переходит в кинетическую энергию шарика.

$$\frac{kx^2}{2} = \frac{mV^2}{2}$$

Скорость шарика можно определить, измерив, дальность его полёта S при падении его с высоты H по параболе.

Из выражений $V = \frac{S}{t}$, $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$ следует, что $V = \frac{S\sqrt{g}}{\sqrt{2H}}$, а $\Delta E_k = \frac{mV^2}{2} = \frac{mS^2g}{4H}$.

Целью данной работы является проверка равенства: $\frac{kx^2}{2} = \frac{mS^2g}{4H}$.

С учётом равенства $kx = F_{\text{упр}}$ получим: $\frac{F_{\text{упр}}x}{2} = \frac{mS^2g}{4H}$.

Контрольные вопросы

1. в каких случаях выполняется закон сохранения механической энергии?
2. чем можно объяснить неточное выполнение исследуемых равенств? Как бы выполнялись эти равенства, если бы погрешности измерений отсутствовали?

Оборудование экспериментальной установки

Датчик силы:

Датчик расстояния.

Штатив с крепежом:

Шарик на нити

Лист белой и лист копировальной бумаги.



Параметры экспериментальной установки

Длительность проведения эксперимента

Рекомендуется провести несколько измерений задавая силу упругости 2Н и 3Н соответственно. Все измерения могут быть проведены за 3–5 мин.

На обсуждение содержания эксперимента и его результатов, ответы на вопросы во время выполнения измерений и после их окончания отводится 10–30 мин.

Точность измерений

При строгом следовании рекомендациям разделов «Монтаж и настройка», «Подготовка приборов» и «Методика выполнения эксперимента» данный эксперимент позволяет измерить с точностью до ± 0.05 N.

Техника безопасности

Во время проведения эксперимента необходимо соблюдать все правила техники безопасности, указанные для персонального компьютера как электрического оборудования.

Используемое измерительное оборудование (система сбора данных) экспериментальной установки рассчитано на питание от низковольтного напряжения, не представляющего опасности для человека.

Мощность и частота ультразвука, испускаемого датчиком расстояния, также не представляют опасности для человека.

Обеспечение наглядности результатов эксперимента

Штатив с датчиком силы и датчиком расстояния следует устанавливать на демонстрационном столе в месте, позволяющем обеспечить хороший обзор проведения эксперимента для каждого ученика.

Для обеспечения удобства управления демонстрацией эксперимента компьютер необходимо располагать достаточно близко от установки (на расстоянии не более 1,5 м).

Экран компьютера рекомендуется продублировать с помощью проектора.

Для обеспечения наглядности демонстрации время движения грузов должно быть не менее 2 с.

Монтаж и настройка

Соберите установку (см. рис.). На место падения шарика положите лист белой, а сверху лист копировальной бумаги.

Подготовка приборов

Перед началом проведения эксперимента необходимо выполнить следующее:

Внимательно прочитайте инструкции, подготовьте необходимое оборудование, соберите установку в соответствии с разделом «Монтаж и настройка».

Запустите программу **SensorLab ПО**.

Подключите систему сбора данных SensorLab к компьютеру с помощью USB кабеля.

Подключите датчик расстояния и датчик силы к цифровому входу системы сбора данных.

Методика выполнения эксперимента

Проведение измерений

1. Соблюдая горизонтальность нити натянуть пружину динамометра до значения 1 Н. Затем нажмите кнопку Пуск и отпустите шарик и по отметке на листе белой бумаги найти дальность его полёта. Повторить опыт три раза и найти среднее расстояние S.
2. Измерьте деформацию пружины при силе упругости 1 Н и вычислите потенциальную энергию пружины.
3. Повторите п.1,2 задавая силу упругости 2Н и 3Н соответственно.
4. Измерьте массу шарика и вычислите увеличение его кинетической энергии.



Анализ результатов

Занесите результаты в таблицу:

N	$F_{\text{упр}}, \text{Н}$	$X, \text{м}$	$E_p, \text{Дж}$	$\Delta E_p, \text{Дж}$	$\varepsilon E_p, \text{Дж}$	$m, \text{кг}$	$H, \text{м}$	$S, \text{м}$	$E_k, \text{Дж}$	$\Delta E_k, \text{Дж}$	$\varepsilon E_k, \text{Дж}$
1	1										

Сделайте выводы, сделайте дополнительное задание

Дополнительное задание

Укрепив датчик силы в вертикальном положении, произведите запуск шарика вверх. По высоте поднятия шарика оцените изменение его потенциальной энергии и сравните это увеличение с изменением энергии пружины.

Справка

Принцип действия используемых датчиков

Датчик силы

Чувствительный компонент датчика силы - это элемент сопротивления напряжению, прикрепляющийся к металлическому штативу, и затем измеряет силу в двух направлениях, когда поперечная рейка штатива деформируется (примените силу натяжения или окажите давление на металлический крюк).

Металлический крюк - это подвижная часть, пожалуйста, затяните винт при использовании, чтобы избежать отрицательного влияния, вызванного крючком, если он ослабляется. На датчике силы есть 3 винтовых отверстия (М6), которые можно использовать для фиксации с другими устройствами, и затем гибко и удобно управлять экспериментом; есть один овал в отверстии на передней стороне датчика силы, он может быть использован вместе с винтовым отверстием, и фиксирует датчик силы на металлическом штативе.

Датчик силы использует напряжение сопротивления для преобразования силы в напряжение. В процессе напряжения используется, значение сопротивления металлической пружины, которая меняется в зависимости от изменения своей формы; в датчике установлена металлическая поперечная подпорка, и когда металлический крюк будет находиться под силой, металлическая поперечная подпорка исказится, таким образом сопротивление, прилагающееся на поперечную подпорку, соответственно ее деформирует, и величина сопротивления также изменяется. После усиления цикла можно точно измерить величину силы.

Датчик расстояния.

По сути, датчик расстояния является эхолокационным оборудованием, излучающим ультразвуковой импульс и принимающим сигнал отраженный от объекта, а затем замеряет время (T), за которое высокочастотная звуковая волна проходит между объектом и датчиком; соответственно со скоростью звука в воздухе (V), таким образом вычисляется расстояние между объектом и датчиком, т.е.: $d=V*T/2$.

Датчик расстояния передает импульс напряжения пьезоэлектрического преобразователя по цепи, под действием силы этого импульса происходят колебания пьезоэлектрического чипа, что приводит к передаче ультразвукового импульса наружу. Датчик начинает отсчет времени, за которое передаваемый импульс будет отражен обратно, когда столкнется с препятствием, и зафиксируются колебания пьезоэлектрического чипа, т.е. одновременно он направит импульс напряжения в цепь. Сенсор примет время (T), когда направит импульс напряжения в цепь, как окончательное время.

Поскольку время, за которое пьезоэлектрический чип останавливает колебания, является незначительным, т.е. t_0 впоследствии, что в свою очередь позволит пьезоэлектрическому чипу принимать сигнал, который пройдет слепую зону для измерения, т.е.: $d=V*t_0/2$. Для этого датчика расстояние, его слепая зона - это область в 15-20см до датчика.