

Лабораторная работа 1.31 Проверка закона сохранения механической энергии

Цель работы: определение изменения потенциальной и кинетической энергии груза, подвешенного на нити, проверка закона сохранения энергии.

Оборудование: виртуальная лабораторная работа 1.31 Проверка закона сохранения механической энергии

<http://mediadidaktika.ru/mod/page/view.php?id=549>

Указания к теоретической подготовке

Согласно закону сохранения энергии, механическая энергия изолированной системы (система, на которую не действуют внешние силы) не изменяется, если отсутствуют силы трения

$$E_{кин} + E_{ном} = const, \quad (1)$$

где $E_{кин}$ – это кинетическая энергия тела, обусловленная его движением, а $E_{ном}$ – это потенциальная энергия.

Для материальной точки или поступательно движущегося тела

$$E_{кин} = \frac{mv^2}{2} \quad (2)$$

Потенциальная энергия тела, массой m , поднятого относительно выбранного уровня отсчёта на высоту h

$$E_{ном} = mgh \quad (3)$$

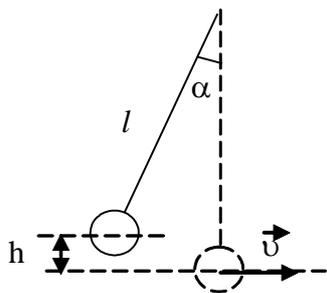


Рис.1

Обычно рационально выбирать за уровень отсчёта потенциальной энергии самое низкое положение тела, соответствующее его устойчивому равновесию. При отклонении тела на некоторый угол α от вертикали (рис.1), ему сообщают потенциальную энергию, которая будет максимальной. Можно выразить высоту h через длину нити и угол отклонения:

$$h = l(1 - \cos \alpha) \quad (4)$$

Тогда

$$E_{ном} = mgh = mgl(1 - \cos \alpha) \quad (5)$$

Если отпустить груз без начальной скорости, то потенциальная энергия перейдёт в кинетическую. При отсутствии сил сопротивления в положении равновесия кинетическая энергия достигнет максимального значения, равного максимальной потенциальной энергии. При движении груз будет описы-

вать дугу окружности радиусом, равным длине нити. Скорость тела при таком движении будет изменяться неравномерно, то есть движение не будет равноускоренным. Опираясь на теорию колебаний, для малых углов (для которых выполняется приближённое равенство $\sin \alpha \approx \alpha$) скорость будет изменяться по закону $v = v_{\max} \sin(\omega t + \alpha_0)$. Максимальная скорость связана с угловой скоростью вращения $v_{\max} = \omega \cdot l$. Угловая скорость связана с периодом колебательного движения, учитывая эту связь, получим $v_{\max} = \frac{2\pi}{T} \cdot l$.

Учитывая это, получим выражение для максимальной кинетической энергии:

$$E_{\text{кин.}} = \frac{2m\pi^2 l^2}{T^2}. \quad (6)$$

Минимальное время прохождения из состояния с максимальной потенциальной энергией в состояние с максимальной кинетической энергией равно четверти периода $t = \frac{T}{4}$. Время t считают с прибора на виртуальной установке.

Описание установки и метода измерения



Рис.2

Для работы используется установка, показанная на рисунке 2.

Чтобы начать измерения, нужно пройти по ссылке, указанной на образовательном портале.

Вы увидите картинку в центре, где шарик, подвешенный на нити, отклонён на некоторый угол. Имеется панель «Параметры установки», в которой можно установить нужные параметры: угол отклонения α , длина нити l и масса шарика m .

В правой части имеются виртуальные приборы: транспортер и линейка (горизонтальная и вертикальная). Их можно активизировать, поставив галочку в квадратик перед соответствующими надписями и использовать для измерений.

В левом нижнем углу расположен секундомер. Чтобы включить секундомер нужно нажать на кнопку «пуск». Одновременно с включением секундомера шарик начнёт двигаться. Секундомер покажет время в секундах, равное четверти периода. Для повторения измерений сначала нужно нажать кнопку «стоп», показания секундомера обнулятся, а панель «Параметры установки» снова станет активной и в ней можно будет изменить указанные параметры.

Порядок выполнения работы

1. Введите нужные параметры α , l , m (выбрать самим или ввести заданные преподавателем)
2. Запишите их значения перед таблицей 1
3. Включите секундомер, нажав на кнопку «пуск», запишите измеренное время в таблицу 1.
4. Нажмите на кнопку «стоп», произойдет обнуление времени.
5. Повторите измерения 5 раз при тех же установленных параметрах. Результаты занесите в таблицу.
6. Определите среднее время. По среднему времени вычислите период T .
7. Рассчитайте максимальную кинетическую энергию по формуле (6). Результат занесите в таблицу 1.
8. Рассчитайте максимальную потенциальную энергию по формуле (5). Результат занесите в таблицу 1.
9. Определите погрешности всех измеренных величин, результат занесите в таблицу 2.
10. Определите отношение $E_{\text{пот}}/E_{\text{кин}}$ и сравните его с единицей. Сделайте вывод о выполнении закона сохранения энергии с учётом погрешности измерения.

$\alpha = \dots$, $l = \dots$, $m = \dots$

Таблица 1.

№ опыта	t, c	t_{cp}, c	T, c	$E_{кин}, Дж$	$E_{пот}, Дж$	$E_{пот}/E_{кин}$
1						
2						
3						
4						
5						

Таблица 2

$\Delta\alpha, ^\circ$	$\varepsilon_\alpha, \%$	$\Delta l, м$	$\varepsilon_l, \%$	$\Delta t, c$	$\varepsilon_t, \%$	$\Delta E_{кин}, Дж$	$\varepsilon_{E_{кин}}, \%$	$\Delta E_{пот}, Дж$	$\varepsilon_{E_{пот}}, \%$

Контрольные вопросы:

1. Какая энергия называется кинетической? По какой формуле она находится?
2. Какая энергия называется потенциальной? По какой формуле она находится?
3. Что называется полной механической энергией?
4. Сформулируйте закон сохранения механической энергии.
5. От чего зависит максимальная скорость груза?

Литература