

-1 Кинетическая энергия катящегося тела. Приборы и оборудование

Условие

Задача 10-1 Кинетическая энергия катящегося тела.

Приборы и оборудование: желоб прямой; желоб изогнутый; два цилиндра тонкий и толстый; набор из 3 шаров; секундомер; линейка 50 см; кусок пластилина; маркер.

Ускорение свободно падения считать равным $g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

При качении без проскальзывания осесимметричного тела его кинетическая энергия определяется формулой

$$E = \gamma \frac{mv^2}{2}, \quad (1)$$

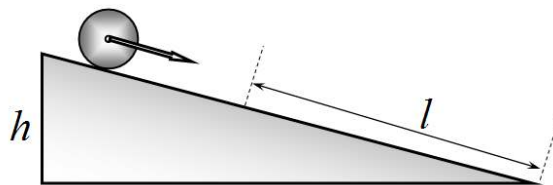
где v - скорость центра масс тела, m - масса тела, γ - безразмерный коэффициент, зависящий от формы катящегося тела.

В данной работе вам предстоит экспериментально определить значения коэффициента γ для сплошного цилиндра и сплошного шара. Для этого исследуется скатывание тел по наклонной плоскости.

Вам предстоит измерять время скатывания с помощью ручного секундомера, что приводит к заметным погрешностям. Поэтому все измерения необходимо проводить несколько раз, используя для расчетов средние значения времен скатывания.

Для уменьшения погрешности рекомендуем использовать экспериментальный метод «ОП-ПА!»: возьмите в одну руку цилиндр или шарик в начальной точке наклонной плоскости, во вторую секундомер; дайте себе команду «оппа!» при этом одновременно отпускайте тело и запускайте секундомер.

При проведении измерений угол наклона желоба не стремитесь делать слишком большим (иначе измеряемые времена будут слишком малыми), высота подъема желоба h не должна превышать 60 мм. В качестве опоры используйте пластилин, следите, чтобы желоб не колебался при качении тел. Тела можно запускать с различных начальных точек, находящихся на расстоянии l от конца желоба. Полную длину желоба обозначим L .



Задание 1.

1.1 Используя формулу (1), покажите, что при скатывании тела по наклонной плоскости ускорение его центра масс определяется формулой

$$a = \frac{g}{\gamma} \sin \alpha \quad (2)$$

где α - угол наклона плоскости к горизонту.

Задание 2. В данном задании измерения проведите для тонкого (и более длинного) цилиндра. В этой части вам необходимо проверить, можно ли считать движение оси цилиндра равноускоренным. Установите желоб под малым углом, на высоту $h = 20$ мм.

2.1 Измерьте зависимость времени скатывания цилиндра t от пройденного пути l . 2.2 Оцените случайную погрешность измерения времени движения при скатывании на всю длину желоба L . 2.2 Постройте линейаризованный график измеренной зависимости. 2.3 На основании полученных данных укажите, можно ли считать движение цилиндра равноускоренным. 2.4 Рассчитайте среднее значение ускорения цилиндра, оцените погрешность найденного значения ускорения.

Не зависимо от полученных результатов в дальнейшем считайте, что при скатывании тел по прямому желобу его ускорение постоянно. В дальнейшем измерения проводите только при скатывании на всю длину желоба. Расчет погрешностей в следующих заданиях не требуется.

Задание 3. В этой части измерения проведите для обоих цилиндров.

3.1 Измерьте зависимость времени скатывания t цилиндров (на всю длину желоба) от высоты подъема одного конца желоба h . 3.2 Представьте полученные результаты $t(h)$ графически в линейаризованном виде. Графики зависимостей для двух цилиндров приведите на одном бланке. 3.3 Качественно кратко (одним предложением) объясните возможные различия между результатами, полученными для разных цилиндров. 3.4 Рассчитайте значение параметра γ для сплошного цилиндра.

Задание 4. Установите прямой желоб на высоту $h = 20$ мм и не изменяйте ее.

4.1 Измерьте времена скатывания металлических шариков по желобу на всю его длину. 4.2 Рассчитайте значение параметра γ для шара. 4.3. Измерьте время скатывания пластмассового шарика по установленному желобу. Укажите основную причину заметного различия времен скатывания пластмассового и металлических шаров.

Задание 5. В данном задании вы должны исследовать скатывание металлического шарика по изогнутому желобу.

5.1 Считая, что профиль желоба является дугой окружности, измерьте радиус кривизны желоба.

Установите желоб так, чтобы он касался поверхности стола плавно (т.е. поверхность стола должна быть касательной к желобу). При этом высота верхнего края желоба может больше, чем 60 мм.

5.2 Укажите, на какой высоте h находится при этом второй край желоба. 5.3 Измерьте время скатывания металлического шарика по всему желобу. 5.4 Проведите теоретическую оценку

времени скатывания шарика. Сравните это значение с измеренным.

Подсказка: период колебаний математического маятника (груза, подвешенного на нити длиной l) определяется по формуле $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.