

## брусок массы $m$ находится на наклонной плоскости...

### Условие

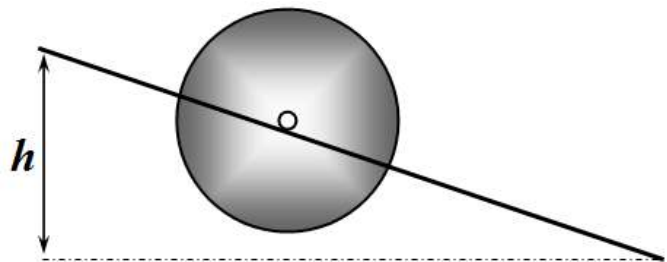


**Приборы и материалы:** два штатива, диск на палочке, нитки, секундомер, линейка.

Вам предстоит выполнить достаточно традиционное задание – исследовать движение тела, движущегося по наклонной плоскости. Правда, в данном задании есть несколько отличий от традиционного «брусок массы  $m$  находится на наклонной плоскости...»: - задание экспериментальное, а не теоретическое; - в вашем распоряжении не брусок, а диск на палочке от шашлыка; - он не скользит, а скатывается; - и не по наклонной плоскости, а по

нитям-направляющим; - надо учитывать не только трение, но и сопротивление воздуха (который не удалось откатать из рабочего кабинета); - скорость движения несколько меньше, чем у изображенного на заставке горнолыжника, а в остальном – все традиционно.

Следите, чтобы нити были все время натянуты. Вы самостоятельно можете изменять разность уровней крепления нитей  $h$  (не забудьте измерять и записывать эту величину). Длину нитей оставляйте неизменной. На нитки нанесены равноотстоящие метки, используйте их в качестве шкалы.



При измерениях используйте секундомер с запоминанием промежуточных этапов. При необходимости сначала (до первой метки) диск можно немного подтолкнуть. **При необходимости, обращайтесь к членам жюри за консультациями.**

### Часть 1.

Установите разность уровней крепления нитей  $h = 15$  см.

1.1 Экспериментально исследуйте закон движения оси диска – зависимость его координаты от времени. Кратко опишите, как вы проводили измерения. 1.2 Постройте график полученной зависимости. 1.3 Укажите, можно ли считать движение диска равномерным. Ответ обоснуйте. 1.4 Считая движение диска равноускоренным, получите теоретический вид зависимости средней скорости (от прохождения первой метки) от времени движения (от первой метки). На основании своих экспериментальных данных постройте график зависимости средней скорости (от прохождения первой метки) от времени. Укажите, свидетельствует ли полученный график о том, что движение является равноускоренным. 1.5 Считая движение диска равноускоренным, получите теоретический вид зависимости средней скорости прохождения расстояния между двумя последовательными метками от времени движения. На основании своих экспериментальных данных постройте график

зависимости этой средней скорости от времени движения. Укажите, свидетельствует ли полученный график о том, что движение является равноускоренным. 1.6 Выделите интервал пути, пройденного диском, на котором вы можете считать движение равноускоренным. Обоснуйте выбор этого интервала. В дальнейшем для расчета ускорений используйте именно этот временной интервал. Также используйте только один способ измерения (и обработки) ускорения, по вашему выбору – выбор обоснуйте.

## Часть 2.

2.1 Измерьте зависимость ускорения диска от разности уровней крепления нитей  $h$ . (обязательно укажите как вы измеряли ускорения). 2.2 Постройте график полученной зависимости. 2.3 Предложите простую формулу, описывающую данную зависимость, найдите ее параметры. Обоснуйте выбор вашей формулы.

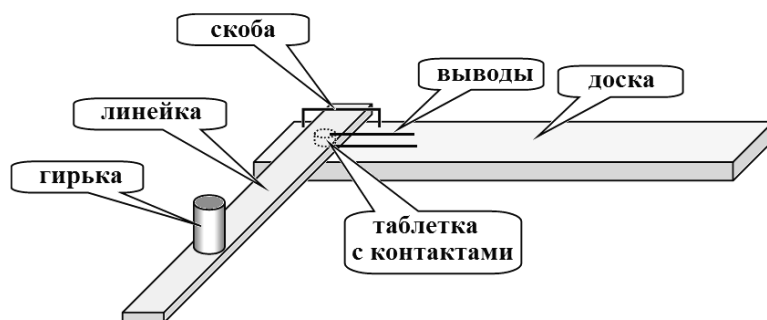
## Задание 9.1 Электронные весы.



Оказывается, что сопротивление таблетки активированного угля зависит от приложенной к ней механической нагрузки. Поэтому такая таблетка может послужить основным элементом электронных весов. Однако к конструированию таких весов следует подходить с научной, то есть физической точки зрения. Для этого необходимо тщательно изучить ее физические свойства, а затем заняться конструкторской разработкой. **Ускорение свободного падения считайте равным**

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

**Приборы и оборудование:**\*\* таблетка, гири из набора 100 и 50 г, линейка деревянная 40 см, доска деревянная со скобой и углублением для таблетки, источник тока ЛИП, мультиметр, резистор 100 Ом, реостат 6,0 Ом, соединительные провода, электрические контакты.



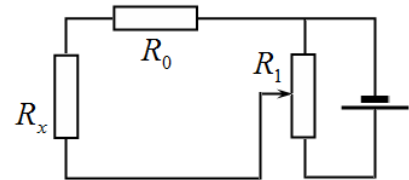
Для выполнения работы используется следующая установка. Угольная таблетка помещается между двумя контактами (проводящие пластинки) в специальную выемку в массивной доске,

к контактам подключены проволочные выводы, к которым можно подключать измерительные электрические схемы. Для создания давления на таблетку используется деревянная линейка, конец которой удерживается с помощью скобы (для удобства измерений совмещайте нуль шкалы линейки со скобой), на линейку в произвольном месте можно класть гирьку.

1.1 Измерьте массу линейки. Оцените погрешность вашего измерения. Считайте, что относительная приборная погрешность массы гирь равна 4%

1.2 Измерьте зависимость силы тока через таблетку, когда к ней приложена сила давления  $F$ , от напряжения на ней. Измерения проведите для двух значений силы давления  $F = 5 \text{ Н}$  и  $F = 10 \text{ Н}$ . Укажите, какие гирьки вы использовали для создания нужной силы давления и где вы их располагали.

Для электрических измерений рекомендуем использовать следующую схему, на которой:  $R_x$  - изучаемый элемент (таблетка),  $R_0$  - известное постоянное сопротивление (100 Ом),  $R_1$  - реостат. **Мультиметр используйте только для измерения напряжения\*\*.** Учтите, что напряжение источника может изменяться.



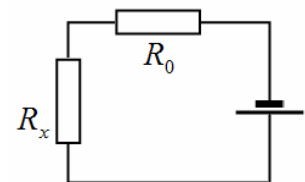
Укажите, какие напряжения вы измеряли, приведите расчетные формулы, которые вы использовали. 1.3 Постройте графики полученных зависимостей. Можно ли считать, что для таблетки выполняется закон Ома?

1.4 Рассчитайте электрическое сопротивление таблетки при использованных значениях силы давления. Приборная погрешность сопротивления резистора равна 5%.

**В дальнейших пунктах погрешности оценивать не требуется.**

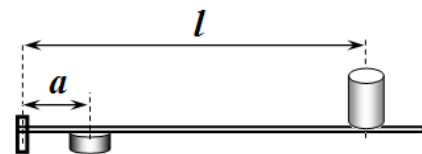
## Часть 2. Зависимость сопротивления таблетки от нагрузки.

В данной части вам необходимо исследовать зависимость сопротивления таблетки от приложенной силы давления. Измерения следует проводить при большом напряжении на таблетке, поэтому в данной части реостат является излишним рекомендуем проводить измерения с помощью следующей схемы (еще одним достоинством этой схемы является малый потребляемый ток).



Укажите, какие напряжения вы измеряли, приведите расчетные формулы, которые вы использовали.

Для изменения силы давления на таблетку рекомендуем передвигать гирьку по линейке. Для упрощения и ускорения расчетов рекомендуем располагать ее на расстояниях  $l$ , кратным расстоянию  $a$  от скобы до центра таблетки (т.е.  $l = na$ ,  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ ).



Приведите формулу, по которой вы будете рассчитывать силу давления на таблетку.

2.1 Измерьте зависимость сопротивления таблетки положения гирьки  $l$ . Измерения проведите для гирьки массой  $m = 100$  г в «двух направлениях»: сначала

при нагрузке (постепенно увеличивая расстояние  $l$ ), а затем при разгрузке (постепенно уменьшая расстояние  $l$ ).

Постройте графики зависимости сопротивления таблетки от приложенной к ней силы (при нагрузке и при разгрузке).

Можно ли считать, что полученные зависимости совпадают (т.е. можно ли пренебречь гистерезисом при деформации таблетки)?

2.2 Проведите измерения зависимости сопротивления таблетки от положения гирьки  $l$  для гирьки массы  $m = 50$  г (достаточно в одном направлении). На том же бланке (на котором вы построили графики в п. 2.1) постройте график полученной зависимости.

Можно ли считать, что полученные данные согласуются друг с другом?

2.3 Используя полученные в п. 2.1 и 2.2 данные (из п.2.1 используйте средние значения сопротивления), постройте график зависимости проводимости таблетки от приложенной к ней силы давления.

*Проводимостью называется величина, обратная электрическому сопротивлению  $G = \frac{1}{R}$ . Единица проводимости называется Сименс ( $\text{См} = \text{Ом}^{-1}$ ), в данной задаче удобно использовать ее тысячную долю миллиСименс (мСм). Если сопротивление измерять в килоОмах, то обратная величина будет измерена в мСм.*

2.4 С помощью полученного графика предложите простую формулу (она может быть приближенной), описывающую полученную зависимость проводимости от силы давления на таблетку. Определите численные значения параметров этой формулы.

### Часть 3. Конструирование весов.

Весы должны быть просты в использовании, доступны любому продавцу на любом базаре. Показания ваших электронных весов (то есть напряжение на каком-либо элементе) должны линейно зависеть от массы положенного на них груза.

3.1 Предложите такую электрическую схему измерений, чтобы измеряемое напряжение линейно зависело от массы груза, положенного на линейку (или подвешенного к ней).

Получите формулы для расчета коэффициентов этой линейной зависимости.

3.2 Подберите такие значения параметров вашей установки, что бы формула для расчета зависимости напряжения (в милливольтках) от массы груза (в граммах) имела простейший вид

$$U = m_0 + m,$$

где  $m_0$  - некоторая постоянная величина («масса тары»). Рассчитайте численное значение этой величины.

**3.3** Проверьте экспериментально вашу конструкторскую разработку. Укажите значения всех параметров вашей установки, приведите значения измеренных напряжений для обоих имеющихся у вас гирь.