



Республиканская физическая олимпиада 2023 года (Заключительный этап)

Экспериментальный тур

10 класс.

1. Полный комплект состоит из двух заданий, на выполнение каждого отводится два с половиной часа. Сдавать работу следует после выполнения обоих заданий. Задания могут быть не равноценными, поэтому ознакомьтесь с условиями обеих задач.

2. Ознакомьтесь с перечнем оборудования – проверьте его наличие и работоспособность. **При отсутствии оборудования или сомнения в его работоспособности немедленно обращайтесь к представителям оргкомитета.**

3. При оформлении работы каждую задачу и каждую ее часть начните с новой страницы.

4. Все графики рекомендуем строить на листе миллиметровой бумаги, выданном для выполнения каждого задания. Обязательно пронумеруйте и подпишите все построенные графики. Листы миллиметровой бумаги вложите в свою тетрадь.

5. Подписывать рабочие страницы и графики запрещается.

6. В ходе работы можете использовать ручки, карандаши, чертежные принадлежности, калькулятор.

7. Со всеми вопросами, связанными с условиями задач (но не с их решениями), обращайтесь к организаторам.



Желаем успехов в выполнении данных заданий!

Данный комплект заданий содержит:

- титульный лист (1 стр.);
- условия двух заданий (4 стр.).

Задание 1. Миллидинамометр.

Приборы и оборудование: штатив с держателем, пружина с креплением и мерной лентой, 15 скрепок (300 мг каждая), лист бумаги из ученической тетради, петля из тонкой нити.

Миллидинамометр представляет собой самодельную пластиковую пружину с прикрепленными к ней трубочкой и мерной лентой. Эта конструкция **разборке не подлежит**.

В лапке штатива закреплять устройство в месте соединения трубочки и пружины. В том же месте должно находиться начало отсчета мерной ленты.

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

Часть 1. Исследование пружины.

Перед проведением измерений отметьте средний виток пружины (назовем ее серединой пружины).



1.1 Измерьте длину пружины в недеформированном состоянии L_0 и длину пружины в растянутом состоянии под действием собственного веса L_1 .

1.2 Исследуйте зависимости координат середины и конца пружины (отсчет вести от начала пружины) от массы нагрузки (массы подвешенных к концу пружины скрепок). Постройте графики полученных зависимостей.

1.3 Получите теоретические формулы, описывающие длину пружины и длину ее половины в зависимости от массы подвешенных скрепок, выразите их через коэффициент жесткости пружины k , массу всей пружины m_0 , длину пружины в недеформированном состоянии L_0 , массу подвешенных скрепок m .

1.4 Используя полученные графики, рассчитайте коэффициент жесткости всей пружины k ; коэффициент жесткости половины пружины $k_{0,5}$; массу пружины m_0 .

Коэффициентом жесткости называется отношение изменения силы упругости к изменению деформации пружины

$$k = \frac{\Delta F}{\Delta x}. \quad (1)$$

1.5 Покажите, что внешняя сила F , приложенная к концу пружины, связана с длиной пружины L линейным соотношением

$$F = aL + b. \quad (2)$$

Определите численные значения параметров a, b этой функции (если сила измеряется в миллиньютонах, а длина в сантиметрах).

Рассчитайте эти параметры при вертикальном (подвешенном) и горизонтальном (на гладком столе) положении пружины.

Часть 2. Характеристики миллидинамометра и его применение.

Примем за минимальную измеримую деформацию пружины (цена деления) $\Delta x_{\min} = 2\text{мм}$. Максимальная деформация пружины (предел измерения) определяется предельным значением мерной ленты в конструкции миллидинамометра.

- | |
|---|
| <p>2.1 Определите <u>максимальное</u> и <u>минимальное</u> значение силы деформации пружины в <u>миллиньютонax</u>, которые можно измерить этим миллидинамометром.</p> <p>2.2 Измерьте массу листа бумаги из ученической тетради.</p> <p>2.3 Измерьте значение коэффициента трения скольжения листа бумаги по поверхности ученического стола.</p> |
|---|

Задание 2. Куда направлена сила трения?

Приборы и оборудование: штатив с лапкой, карандаш, небольшой деревянный брусок, металлический цилиндр, листы бумаги А4, деревянная дощечка, большой круглый цилиндр, линейка 40 см, транспорир.

Часть 1. Тянем бумагу.

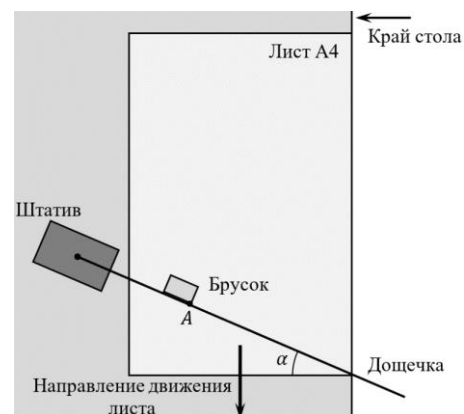
Соберите экспериментальную установку так, как показано на рисунке.

Прочно закрепите деревянную дощечку в лапке штатива, так чтобы она располагалась горизонтально и слегка касалась поверхности стола. Под этой дощечкой расположите лист бумаги, так чтобы его край совпадал с краем стола. На лист бумаги положите деревянный брусок так, чтобы он касался дощечки.

Положение дощечки будем задавать углом α , показанным на рисунке.

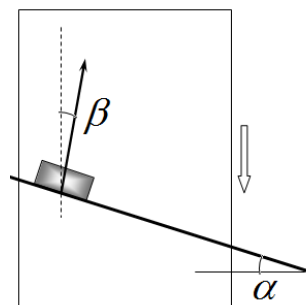
Если равномерно тянуть лист бумаги в указанном на рисунке направлении, то при некоторых значениях угла α брусок будет скользить вдоль линейки.

В этой части Вам предстоит исследовать это движение и по его параметрам определить коэффициент трения бруска о дощечку.



Удобно рассматривать движение бруска относительно листа бумаги.

1.1 Покажите, что движение бруска относительно листа бумаги будет прямолинейным, по прямой, направленной под некоторым постоянным углом β к направлению движения листа бумаги относительно стола. Получите формулу, позволяющую рассчитать значение коэффициента трения бруска о дощечку μ по измеренным значениям углов α и β .



Установите дощечку под углом $\alpha = 30^\circ$.

1.2 Медленно передвигая лист бумаги, отметьте несколько положений бруска на листе бумаги. Установите, можно ли считать траекторию движения бруска относительно бумаги прямолинейной. Определите среднее значение угла β .

Подпишите лист (укажите номер пункта задания) на котором вы получили эту траекторию и сдайте этот лист.

В дальнейшем угол β измеряйте по двум точкам: начальной и конечной (после смещения листа бумаги на 10-15 см).

1.3 Измерьте зависимость угла движения бруска β от угла наклона дощечки α . Постройте график полученной зависимости.

1.4 Используя полученный график, рассчитайте значение коэффициента трения бруска о дощечку. Оцените погрешность найденного значения.

1.5 Используя полученный график, определите минимальное значение угла α , при котором брусок начинает скользить вдоль линейки.

Замените брусок металлическим цилиндром, который ставьте на лист бумаги вертикально, на основание.

При измерениях: отметьте начальное положение цилиндра, после этого сместите лист бумаги на расстояние 10-15 см, отметьте конечное положение цилиндра. Определите угол β , под которым направлен вектор смещения цилиндра относительно листа бумаги к направлению движения листа относительно стола (это тот же угол, что и в предыдущем упражнении с бруском).

1.6 Измерьте зависимость угла β от угла наклона дощечки α . Постройте график полученной зависимости.

1.7 Дайте теоретическое объяснение полученной зависимости. Укажите, какие параметры данной системы влияют на характер движения оси цилиндра. Получите численные оценки этих параметров.

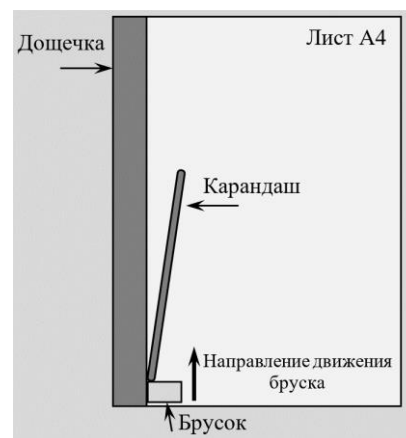
Часть 2. Толкаем карандаш.

Схема установки.

Лист бумаги расположен на горизонтальном столе. Возле левого края помещается дощечка (рисунок). У нижнего левого края помещается брусок. В угол между бруском и доской остриём упирается карандаш, расположенный под небольшим углом к дощечке.

Положение карандаша (остриё и противоположный край) отмечают на бумаге карандашом.

Брусок перемещают вдоль края доски. Через 1-2 см отмечают положение карандаша. Перемещение бруска заканчивается, когда карандаш расположится перпендикулярно (или почти перпендикулярно) дощечке.



2.1 Постройте траекторию движения центра карандаша относительно бумаги.

Построение проводите на том же листе, с помощью которого она была получена. Подпишите (номер пункта задания) и сдайте этот лист бумаги.

2.2 Предложите простую эмпирическую функцию, которая описывает полученную траекторию. Укажите численные значения параметров этой функции.

2.3 Дайте качественное теоретическое объяснение полученной траектории.