

Условие

Задание 9-2. Конструирование весов.

Оборудование: Штатив с лапкой, спица металлическая, нитки, линейка, мензурка высокая, пластилин, гвоздь 150 мм, набор разновесов, скрепки канцелярские 10 шт.

Конструирование и градуировка приборов для измерения масс сложная инженерная задача. Ею занимались такие выдающиеся ученые как, например, Ломоносов и Менделеев. А чем вы хуже?

В данном задании вам необходимо сконструировать, собрать и исследовать рычажные весы. В качестве рычага используйте спицу (ее можно изгибать), подвешенную на нити, закрепленной в штативе. Для устройства измерительной шкалы можете использовать линейку, которую с помощью пластилина можно расположить, как угодно. Также можете использовать пластилин для балансировки ваших весов.

Главный недостаток рычажных весов с прямым рычагом – они не приходят самостоятельно в состояние равновесия: если равновесия нет, то его нет ни при каком угле наклона рычага. Вторым недостатком таких весов заключается в том, что у них нет шкалы: для измерения неизвестных масс приходится использовать разновесы, которые приходится тщательно и кропотливо подбирать при каждом взвешивании.

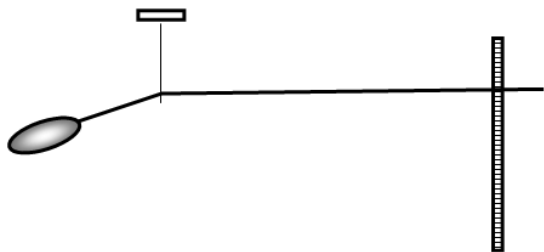
Итак, вам необходимо сконструировать весы, которые самостоятельно приходят в состояние равновесия и имеют шкалу, позволяющую непосредственно измерять массу неизвестного тела. С помощью ваших весов вам будет необходимо измерить зависимость массы цепочки из канцелярских скрепок в зависимости от числа этих скрепок. Измерения следует провести без перенастройки весов.

Часть 1. Без воды и гвоздя.

Идея: при изогнутом коромысле весы приходят в равновесие, если изначально моменты, действующие на разные плечи, не равны.

1.1 Кратко объясните, почему положение весов с изогнутым коромыслом стабилизируется. Приведите рисунок, иллюстрирующий Ваше объяснение. 1.2 Сконструлируйте и соберите весы, удовлетворяющие приведенным выше требованиям. Приведите схему весов, укажите их параметры. 1.3 Проведите градуировку весов: постройте график зависимости показаний весов (по шкале) от массы измеряемого груза. 1.4 Измерьте зависимость показаний весов при измерении массы цепочки из канцелярских скрепок в зависимости от числа этих скрепок. Постройте график полученной зависимости. С помощью этого графика рассчитайте массу одной скрепки.

Может Вам поможет рисунок?



Но, угол и место изгиба, массу противовеса, положение линейки, точки крепления тел, массы которых вы будете измерять, подберите самостоятельно. Не забудьте в решении привести схему весов, с указанием всех параметров вашей установки.

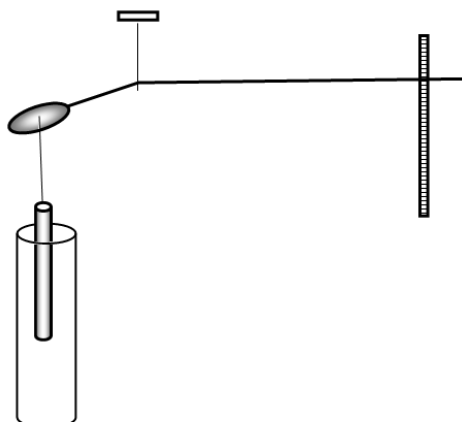
9 класс. Экспериментальный тур. 4

Часть 2. Дополнительная стабилизация.

Идея: при вертикальном опускании гвоздя в воду на него действует выталкивающая сила, пропорциональная длине погруженной части. Этот эффект позволяет дополнительно стабилизировать положение коромысла весов. Кроме того, движение гвоздя в воде приводит к более быстрому затуханию колебаний.

2.1 Дополните конструкцию ваших весов дополнительным стабилизирующим устройством на основе гвоздя и мензурки с водой. 2.2 – 2.4 Выполните пункты 1.2 1.4 для новых весов.

Здесь также приведем рисунок подсказку. Изгиб спицы, места подвески коромысла, точки подвески грузов, положение линейки оставьте неизменными. Гвоздь можно уравновесить дополнительным грузом.



9 класс. Экспериментальный тур. 5



Республиканская физическая олимпиада

2022 года

(III этап)

Теоретический тур

Решение

Задание 9-2. Конструирование весов.

Часть 1. Без воды и гвоздя.

1.1 Объяснение эффекта стабилизации заключается в том, что при повороте коромысла правое и левое плечи сил тяжести изменяются по-разному. Чем меньше угол изгиба спицы, тем больше чувствительность весов, но тем меньше диапазон измеряемых масс. Поэтому нужно выбрать разумный компромисс.

1.2 Вариантов построение великое множество, т.к. можно варьировать: - место и угол изгиба; - массу балансирующих грузов; - точку подвеса измеряемых масс; - положение линейки. Понятно, что угол отклонения спицы не должен быть слишком велик. Допустимый диапазон отклонения конца спицы вдоль линейки не более 10 см.

1.3 Практически во всех случаях (но может, кто-то придумает экзотический случай, градуировочный график (зависимость отклонения конца спицы по линейке–шкале) линейный. Критерием оценивания может служить измерение зависимости показаний весов от массы подвешенных скрепок: уместились ли все данные в один диапазон, насколько точно измерена масса скрепки: они тоже бывают разные. Взвесьте скрепки, которые Вы выдали ученикам.

1.4 При разумно собранной установке зависимость показаний весов от числа скрепок линейная, что позволяет провести графическую обработку.

Часть 2. Дополнительная стабилизация.

2.1-2.4 Выполняется аналогично первой части. При оговоренных условиях коэффициент наклона градуировочного графика должен быть меньше.



Республиканская физическая олимпиада 2022 года (3 этап)