

## Задача 8.1

### Задание 8.1. Вариации на тему!

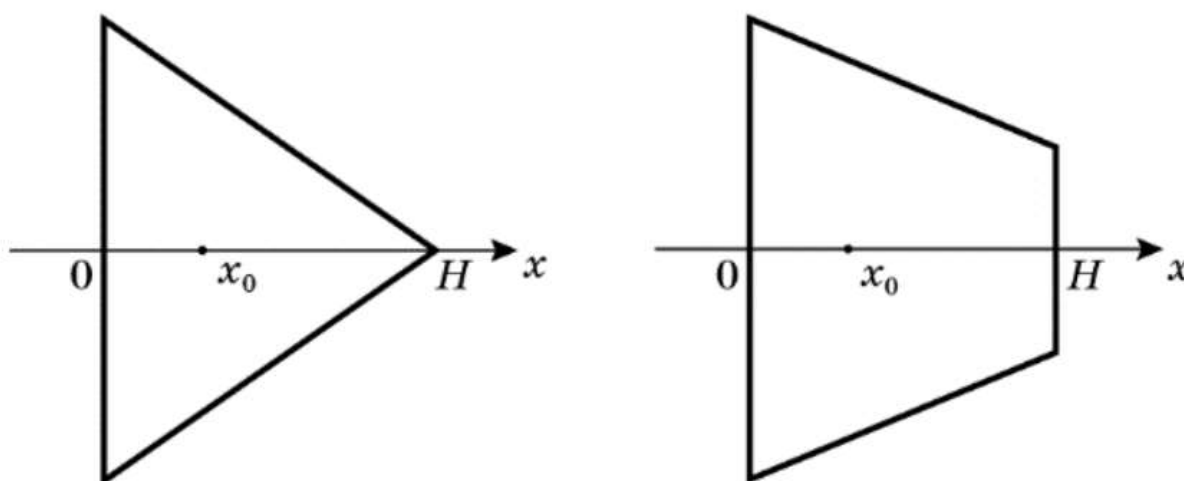
**Оборудование:** три листа картона, ножницы, карандаш, линейка, три листа миллиметровой бумаги.

#### Задание.

Центр тяжести плоской однородной симметричной фигуры лежит на оси симметрии. Докажите экспериментально, что положение центра тяжести описывается уравнением:

$$x_0 = kH.$$

Для этого проведите серию измерений для двух типов геометрических фигур: равнобедренного треугольника и равнобокой трапеции, основания которой относятся как **2 : 1**.



- Для фигур с разными значениями  $H$  определите положения центра тяжести  $x_0$ .
- Постройте график полученных зависимостей  $x_0(H)$  (не менее чем для 7 точек в возможно большем диапазоне измеряемых величин).
- С помощью графика определите значения  $k$  для треугольника и трапеции.

### Возможное решение

Вырезая из картона равнобедренные треугольники с разной высотой  $H$ , определяем положение их центра тяжести  $x_0$ , например, уравновешивая их на краю стола. Строим график полученной зависимости из которого находим  $k_1 = 1/3$ .

Повторяя аналогичные измерения для равнобоких трапеций, находим  $k_2 = 4/9$ .

### Критерии оценивания

1. Описание метода измерения $x_0$	1 балл
2. Результаты измерений (таблица) (по 1 баллу для треугольника и для трапеции)	2 балла
3. Графики зависимости $x_0(H)$ для треугольника и трапеции	4 балла
Подписаны величины и единицы измерений	0,5 балла x 2
Выбран удобный масштаб	0,5 балла x 2
Нанесены на график экспериментальные точки	0,5 балла x 2
Проведена прямая (не ломаная)	0,5 балла x 2
4. Получены значения $k$ (по 1 баллу для треугольника и для трапеции)	2 балла
5. Сделан вывод о справедливости линейной связи $x_0$ и $H$	1 балл

**Примечание:** за теоретическое решение ставилось 0 баллов.

## Задача 8.2

### Задание 8.2. Плотность риса

**Оборудование:** два блюдца (одно пустое, другое с рисом), одноразовый стаканчик, наполненный водой примерно на две трети, кусок марли, нить хлопчатобумажная, электронные весы.

**Задание.** Определите плотность зерен риса.

**Внимание!** В течение всего времени, отведенного на выполнение задания, дополнительные порции воды и риса вам не выдадут!

Блюдца используйте лишь в качестве поддона для риса, чтобы он не рассыпался по столу. Использовать блюдца для других целей нельзя! Плотность воды  $\rho = 1\,000\text{ кг/м}^3$ .

### Возможное решение

В кусок марли насыпаем порцию риса 50 г. Сворачиваем марлю в мешочек, внутри которого оказался рис, завязываем получившийся узелок нитью, оставляя небольшой свободный конец, за который удобно держать узелок. Определяем массу узелка с рисом. Определяем массу стаканчика с водой. Теперь устанавливаем стаканчик на весы и опускаем в него узелок с рисом, удерживая его за нить так, чтобы он не касался дна и стенок. Узелок должен быть полностью погружен в воду. На рис со стороны воды действует сила Архимеда  $F_A = \rho_0 g V$ , где  $\rho_0$  - плотность воды,  $V$  - объём риса. По третьему закону Ньютона с такой же силой рис действует на воду, увеличивая вес стаканчика с водой на  $F_A$ . Таким образом, показания весов увеличатся на  $\Delta m g = F_A = \rho_0 V g$ , и, следовательно, объём риса  $V = \frac{\Delta m}{\rho_0}$ , где  $\Delta m$  - увеличение показания весов при погружении риса в воду. Тогда плотность риса

$$\rho = \frac{m}{V} = \rho_0 \frac{m}{\Delta m}.$$

Измерения следует повторить несколько раз и усреднить полученные результаты.

Три фактора, которые влияют на точность измерения плотности:

1. Необходим учет массы марли. Она составляет 2-3 г в зависимости от выданного куска. Отсутствие учета массы марли ведет к увеличению измеренной плотности.
2. При опускании риса возможно трение кулька о стенки стаканчика. В зависимости от предыстории движения сила трения о стенки может быть направлена в разные стороны. Соответственно, из-за этого измеренное значение плотности может «гулять» в разные стороны.
3. Самый непредсказуемый эффект. Марля хорошо впитывает воду. Если над водой остается большой кусок марли, а еще хуже - узелок кулька, то вода поднимается по остатку марли вверх из-за капиллярного эффекта. Поэтому значения измеряемой силы Архимеда получаются заниженными, что приводит к увеличению измеренной плотности.

m, г	52,1	50,1	51,6
dm, г	35,2	32,8	36,5
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,48	1,53	1,41

Среднее значение: 1,47 г/см<sup>3</sup>

### Критерии оценивания

- |    |  |         |         |
|----|--|---------|---------|
| 1. | Описание метода измерения плотности риса     |         | 1 балл  |
| 2. | Использование порции риса массой более 50 г. |         | 1 балл  |
| 3. | Определена масса порции риса                 |         | 1 балл  |
| 4. | Определен объем риса в узелке                |         | 3 балла |
|    | Вывод формулы $V = \frac{\Delta m}{\rho_0}$  | 2 балла |         |
|    | Измерение объема                             | 1 балл  |         |
| 5. | Найдена плотность риса                       |         | 2 балла |
|    | В пределах 10% от контрольного значения      | 2 балла |         |
|    | В пределах от 10% до 20%                     | 1 балл  |         |
| 6. | Проведены повторные измерения                |         | 2 балла |
|    | Однократное повторение                       | 1 балл  |         |