

Задание 7.1. Механический «чёрный» ящик.

Оборудование: «чёрный» ящик с пластиковой трубкой внутри (начало и конец трубки выступают наружу); 2 шприца; пластиковый стакан с водой; линейка; нить; пластиковая тарелка; салфетки.

Задание. С помощью предложенного вам оборудования определите следующие параметры пластиковой трубки:

- 1) Внешний диаметр D трубки.
- 2) Внутренний диаметр d трубки.
- 3) Длину L_0 всей трубки.

Опишите ваши измерения и сделайте поясняющие рисунки.

Примечания:

- 1) Укажите в отчёте номер «чёрного» ящика, который вам выдан.
- 2) Вскрывать «чёрный» ящик или вытаскивать из него трубку запрещено.
- 3) Внутренний и внешний диаметры трубки считайте неизменными по всей её длине.
- 4) Длина окружности $L_d = \pi d$, где d – её диаметр, $\pi \approx 3,14$; площадь круга $S = \pi d^2/4$, объем цилиндра равен произведению площади основания на высоту.
- 5) Шприц № 1 объемом 5 мл и шприц № 2 - инсулиновый объемом 1 мл.
- 6) Тарелка и салфетки используются для поддержания порядка на рабочем месте.

Задание 7.2. Клякса.

Оборудование: лист бумаги с изображением кляксы, карандаш, линейка, ножницы.

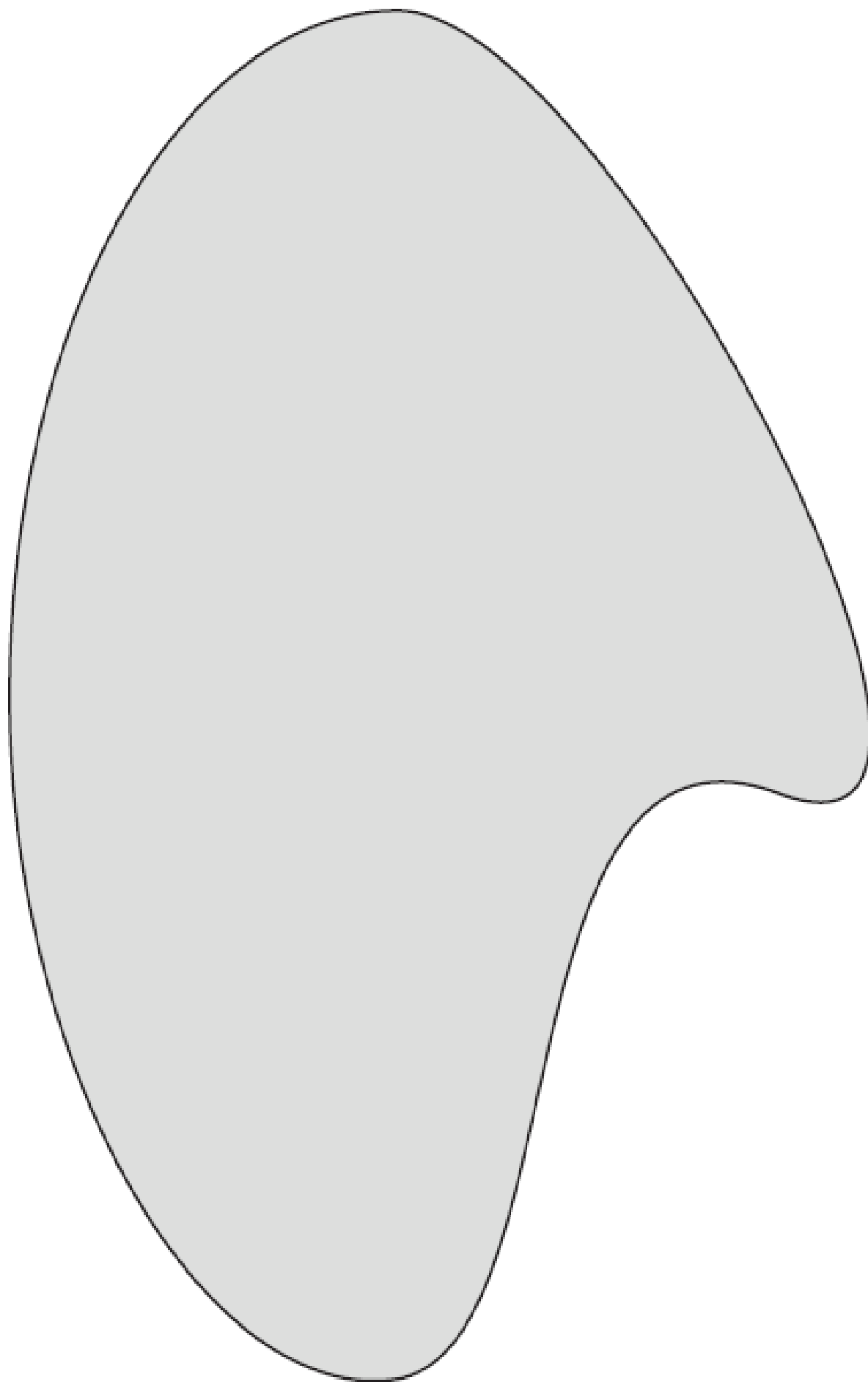
Задание.

Вырежьте кляксу из листа. Определите: 1) площадь кляксы; 2) массу кляксы; 3) объемную плотность ρ бумаги.

Примечание. Поверхностная плотность выданной вам бумаги $\sigma = 80 \text{ г/м}^2$.

Лист с изображением кляксы можно разрезать, но помните, что новый лист вам не выдадут!

Олимпиада им. Дж.Кл.Максвелла. Региональный этап
19 января 2018 года. Экспериментальный тур.



Задание 7.1. Механический «черный» ящик

Возможное решение

1. Для определения внешнего диаметра трубки воспользуемся методом рядов. Плотно намотаем N витков нити на трубку, затем с помощью линейки измерим длину L намотки.

Тогда длина окружности трубки равна L/N , а внешний диаметр $D = \frac{L}{\pi N}$ (результат зависит от используемого оборудования). В авторском исполнении $D \approx 4,4$ мм.

2. Для определения внутреннего диаметра трубки в шприц № 2 наберем объем воды $V_1 = 1$ мл. Присоединим шприц к длинному концу трубки аккуратно выдавим всю воду из шприца в трубку. С помощью линейки измерим длину $L_{\text{зап}}$ заполненной части трубки. В авторском исполнении $L_{\text{зап}} = 160$ мм. Вычислим площадь внутреннего сечения трубки

$$S = \frac{V_1}{L_{\text{зап}}}, \text{ а затем и внутренний диаметр } d = 2\sqrt{\frac{S}{\pi}} \approx 3 \text{ мм.}$$

3. Для определения полной длины трубки заполним её водой из шприца № 1. По шкале шприца определим израсходованный объем воды V_0 . Используя результаты предыдущего пункта найдём $L_0 = L_{\text{зап}} V_0 / V_1$. Выдуем всю воду из трубки и повторим опыт еще 2 раза, результаты усредним.

Примечание. Инсулиновый шприц используется для более точного определения внутреннего диаметра трубки, так как его цена деления 0,02 мл.

Критерии оценивания:

1. Понятное описание хода работы, наличие схематических рисунков	1 балл
2. Найден внешний диаметр трубки	3 балла
а. Использован метод рядов	0,5 балла
б. Измерена длина нити при $N \geq 5$	1 балл
с. Выведены необходимые формулы	0,5 балла
д. Получен результат с точностью не хуже 10%.	1 балл
3. Найден внутренний диаметр	3 балла
а. Предложен метод, с использованием шприца № 2	1 балл
б. Водой заполнено более половины длинного конца трубки	0,5 балла
с. Выведены необходимые формулы	0,5 балла
д. Получен результат с точностью не хуже 10%.	1 балл
4. Длина трубки	3 балла
а. Предложен правильный метод	1 балл
б. Опыт проделан два и более раз	1 балл
один раз	0,5 балла
с. Получен результат с точностью не хуже 10%.	1 балл

Задание 7.2. Клякса

Возможное решение

1. Для определения площади кляксы S наносим на нее сетку из клеток размером 1 см на 1 см. Подсчитываем общее число целых клеток N_1 и не целых клеток N_2 . Умножаем N_1 на 1 см^2 , N_2 на $0,5 \text{ см}^2$ и суммируем результаты.

2. Находим массу кляксы по формуле $m = S \cdot \sigma$.

3. Разрезаем кляксу на большое число N_3 бумажных полосок. Складываем полоски в стопку и разрезаем получившуюся толстую полоску на N_4 отрезков. Складываем их в стопку и измеряем её толщину D . Толщину листа бумаги определим по формуле

$$d = \frac{D}{N_3 N_4} \approx 0,1 \text{ мм}.$$

4. Объемная плотность бумаги $\rho = \frac{\sigma}{d} \approx 800 \text{ кг/м}^3$.

Рекомендации организаторам

1. Кляксу нужно распечатать на листе А4 и вырезать из бумаги.
2. Карандаш нужен заточенный.
3. Ножницы, так же как и все остальное, выдаются каждому участнику.
4. Линейка должна быть длиной 30 – 40 см.

Критерии оценивания

№	Содержание критерия	Баллы
1.	Предложен способ измерения площади кляксы	1
2.	Измерена площадь с точностью не хуже 10%	1
3.	Записана формула для вычисления массы (0,5 балла) и получено численное значение с единицами измерений (0,5 балла)	1
4.	Предложен метод измерения толщины бумаги (метод рядов)	1
5.	Явно приведены результаты измерений: N и D .	1
6.	Количество полосок $N > 50$	1
7.	Измеренная толщина попадает в диапазон [0,09 – 0,11] мм	2
	Измеренная толщина попадает в диапазон [0,08 – 0,12] мм	1
8.	Вычислена объемная плотность ρ бумаги	2
	Записана формула $\rho = \sigma / d$	1
	Измеренная плотность попадает в диапазон [660 – 1 000] кг/м ³	1

Задание 8.1. Вариации на тему!

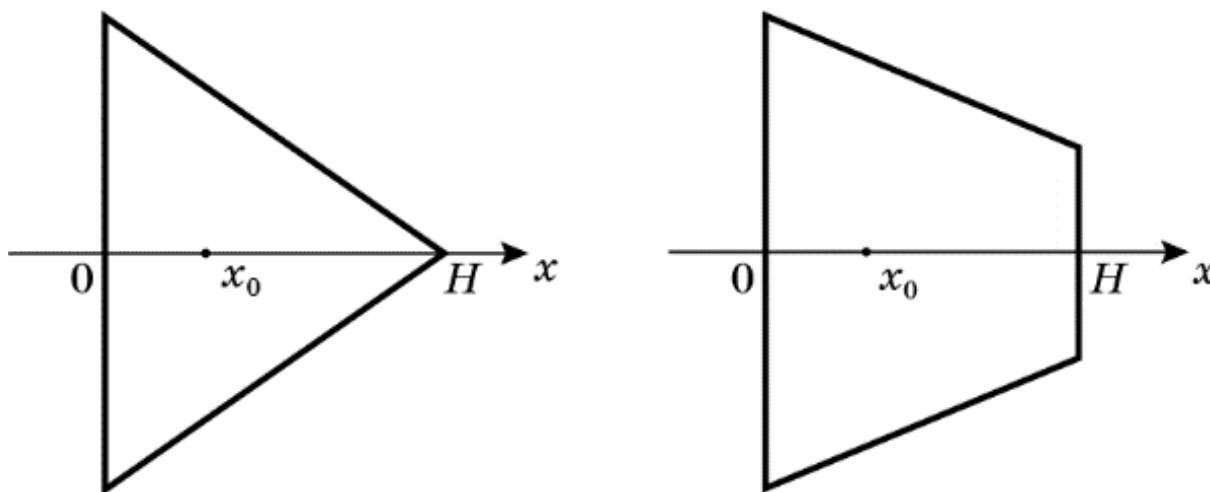
Оборудование: три листа картона, ножницы, карандаш, линейка, три листа миллиметровой бумаги.

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.

Задание 8.2. Плотность риса

Оборудование: два блюда (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!

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

Задание 8.1. Центр тяжести

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

Задание 8.2. Плотность риса

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 ρ_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 $\Delta mg = F_A = \rho_0 V g$, и, следовательно, объём риса $V = \frac{\Delta m}{\rho_0}$, где Δm - 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.

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	