

Задание 7.1. Механический «черный» ящик

Возможное решение

1. Для определения внешнего диаметра трубки воспользуемся методом рядов. Плотнo 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 длинном 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. 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 $\Delta m g = F_A = \rho_0 V g$, 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	