

Задача 7.1

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.

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 4,3 мм. берем 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

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

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 $L_0 = 150$ см. 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.

Длины трубки могут отличаться на 1-2 см.

Критерии оценивания:

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

Задача 7.2

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!

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

Число целых клеток = 211

Число нецелых клеток = 42

Площадь 242 см^2

Масса кляксы $\approx 1,94 \text{ г}$.

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 Измеренная толщина попадает в диапазон $[0,08 - 0,12]$ мм | 2 1 |
| 8. | Вычислена объемная плотность ρ бумаги Записана формула $\rho = \sigma / d$ Измеренная плотность попадает в диапазон $[660 - 1\ 000]$ кг/м ³ | 2 1 1 |

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

0+1

1+5

4+4

6+2

8+2

9+2

11+2

11+2

12+2

13+2

14+2

14+2

14+2

15+1

11+5

10+2

10+2

8+2

8+2

8+2

7+1

6+2

5+3

4+3

2+3

0+4

$211+0,5*62=242$