

**Задание 7.1. Стержень в шприце.** Внутри одного из выданных вам шприцев находится металлический стержень длиной  $L = 45$  мм.

Определите внутренний диаметр  $D$  шприца, диаметр  $d$  стержня и плотность  $\rho$  материала, из которого изготовлен стержень.

**Внимание!** Разбирать шприцы запрещается.

**Приборы и оборудование.**

1. Шприц 20 мл (2 шт. одинаковых).
2. Металлический стержень (в одном из шприцев).
3. Весы электронные.
4. Пластиковый стакан, заполненный водой примерно наполовину.
5. Бумажные салфетки для поддержания чистоты на рабочем месте.

**Возможное решение.**

1. Взвешиваем пустой шприц. Его масса  $m_0 = 12$  г.
2. Взвешиваем шприц со стержнем. Его масса  $m = 26$  г.  
Масса стержня  $m_c = m - m_0 = 14$  г.
3. Так как длина стержня известна, определяем расстояние  $\Delta X$  между штрихами на шкале шприца в миллиметрах:  $\Delta X = 3,46$  мм.
4. Заполняем шприц водой до максимального деления  $V_{\max}$  и определяем массу  $m_1$  шприца, заполненного водой. Выдавливаем максимально возможное количество воды из шприца (до упора поршня в стержень). Определяем массу шприца  $m_2$ . Зная массу вылитой при этом воды

$$\Delta m = m_1 - m_2$$

и, соответственно, ее объем, а также расстояние в миллиметрах, на которое переместился поршень, вычисляем площадь внутреннего сечения  $S_0$  и внутренний диаметр шприца  $D = 19$  мм.

5. Масса воды в шприце при высоте ее столба равной длине стержня

$$m_3 = m_2 - m. \quad \text{Ее объем } V = m_3/\rho.$$

Вычисляем площадь поперечного сечения «кольца» воды высотой равной длине стержня  $S_1 = V/L$ .

Площадь сечения стержня  $S_c = S_0 - S_1$ . Диаметр стержня  $d = (4S_c/\pi)^{1/2} = 12$  мм.

6. Объем стержня  $V_c = S_c L$ . Плотность стержня  $\rho = m_c/V_c = 2,8 \text{ г/см}^3 = 2,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .

**Критерии оценивания (10 баллов)**

1	Определена масса стержня с точностью не хуже 3%	1 балл
2	Определена цена деления шприца в миллиметрах	1 балл
3	Определен внутренний диаметр шприца с точностью не хуже 3% с точностью 5%	2 балла 1 балл
4	Определен диаметр стержня с точностью не хуже 3% с точностью не хуже 5% с точностью не хуже 7%	3 балла 2 балла 1 балл
5	Определен объем стержня с точностью не хуже 7 %	1 балл
6	Рассчитана плотность стержня с точностью не хуже 10% с точностью не хуже 15%	2 балла 1 балл

**Задание 7.2. Скатывание шарика.** На наклонном жёлобе (алюминиевый уголок), начиная от его нижнего конца, фломастером нанесены отметки  $N_i$  через каждые 15 см. На 5 см ниже каждой из этих отметок нанесены другие отметки  $n_i$ . Нижний конец желоба должен касаться упора (деревянного бруска).

Запустите без начальной скорости металлический шарик от отметки  $N_i$  и включите секундомер в тот момент, когда шарик прокатывается мимо отметки  $n_i$ . Остановите секундомер в момент соприкосновения шарика с упором. Повторите эксперимент для каждой из отметок  $N_i$  не менее 5 раз. Усредните результат. Заполните таблицу.



$L, \text{ см}$						
$t_1, \text{ с}$						
$t_2, \text{ с}$						
$t_3, \text{ с}$						
$t_4, \text{ с}$						
$t_5, \text{ с}$						
$t_{\text{ср.}}, \text{ с}$						
$v_{\text{ср.}}, \text{ см/с}$						

Постройте график зависимости  $v_{\text{ср.}i}$  от  $t_{\text{ср.}i}$ .

Определите скорость, которую достигает шарик, преодолев из состояния покоя участок длиной 5 см.

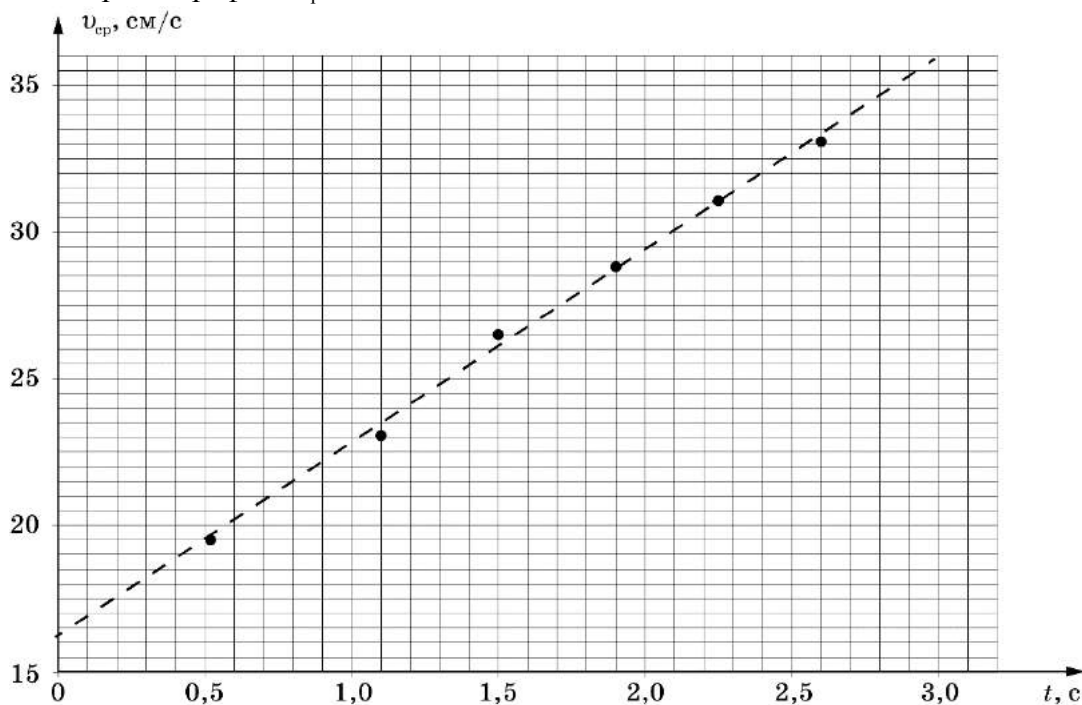
**Оборудование:** Алюминиевый уголок, шарик, закреплённый одним концом в коробке; деревянный брусок (упор); секундомер; миллиметровая бумага формата (A5) для построения графика.

### Возможное решение.

1. Запускаем шарик от самой дальней отметки  $N_1$ . Измеряем время  $t_1$  скатывания. Повторяем эксперимент 5 раз. Вычисляем  $t_{cp.1}$ . Заносим результаты в таблицу.
2. Аналогично пункту (1) проводим аналогичный эксперимент для других отметок  $N_i$ .

$L, \text{ см}$	85	70	55	40	25	10
$t_1, \text{ с}$	2,59	...	...	...	...	...
$t_2, \text{ с}$	2,50	...	...	...	...	...
$t_3, \text{ с}$	2,60	...	...	...	...	...
$t_4, \text{ с}$	2,56	...	...	...	...	...
$t_5, \text{ с}$	2,60	...	...	...	...	...
$t_{cp.2}, \text{ с}$	2,57	2,25	1,91	1,51	1,08	0,51
$v_{cp}, \text{ см/с}$	33	31	29	26	23	20

3. Строим график  $v_{cp.i}$  от  $t_i$ .



4. Определяем скорость, которую достигает шарик, преодолев из состояния покоя участок длиной 5 см (момент времени  $t = 0$  с):  $v(5) \approx 17 \text{ см/с}$ .

**Критерии оценивания (10 баллов)**

1	Снята зависимость $t_{\text{cp},i}$ от $L_i$ (не менее пяти точек) За подсчёт каждой из пяти точек по 1 баллу	5 балла
2	График зависимости $t_{\text{cp}}(L)$ : а) отложены единицы измерения по осям (0,5 балла) б) выбран рациональный масштаб по осям (0,5 балла) в) нанесены шкалы на оси (0,5 балла) г) соответствие точек, нанесённых на график, табличным значениям (0,5 балла) д) проведена прямая $t_{\text{cp}}(L)$ (1 балл)	3 балл
3	Вычислено время спуска шарика с высоты 5 см	1 балл
4	Вычислена средняя скорость шарика, преодолевшего первые 5 см	1 балл