

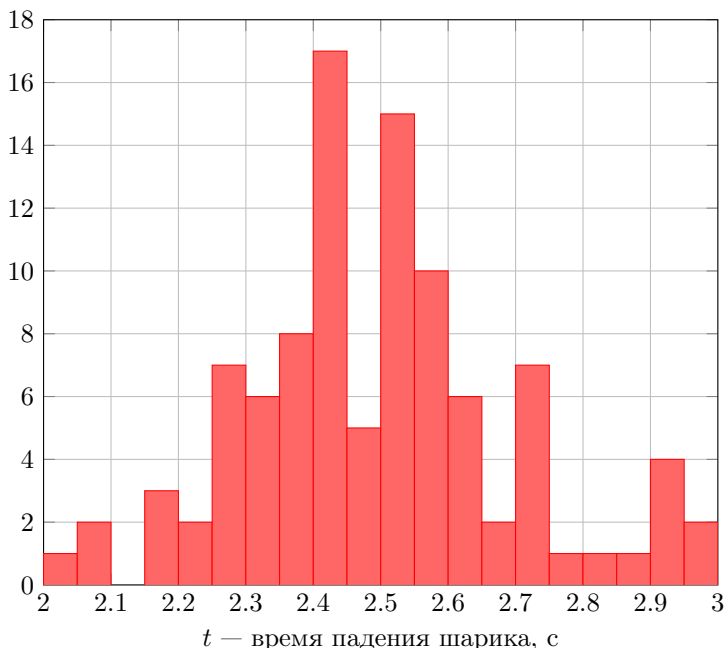
7 класс

Задача №7-Е1. Пшено и вязкость

Методом рядов определяем средний размер зернышек пшена $d = 2.2$ мм (размер зерна может отличаться для разных сортов проса). При этом однократное измерение длины цепочки зерен, состоящей из N штук, оценивается меньшим количеством баллов, чем снятие зависимости длины цепочки от количества зерен в ней, построение графика и определение d , как углового коэффициента полученной прямой.

Определяем высоту столба воды в бутылке $h = 25$ см. Проводим 100 измерений времени падения зерен в воде. При использовании в качестве сосуда пластиковой бутылки объемом 1.5 литра ($h = 25$ см) время t падения зерен будет варьироваться в диапазоне от 2.0 до 3.0 секунд.

Строим гистограмму распределения результатов измерения по времени. На горизонтальной оси разбиваем диапазон от 2 до 3 секунд на 10 или 20 интервалов по 0.1 или 0.05 секунд соответственно. Над каждым диапазоном строим прямоугольник, высота которого равна количеству измерений, результат которых попадает в этот диапазон. На рисунке приведена гистограмма, полученная автором при разбиении диапазона на 20 интервалов.



Видно, что наиболее вероятное время падения зернышка в данном эксперименте (вершина гистограммы) $\tau = 2.45$ с. Используем его для расчета средней скорости падения зерен и коэффициента вязкости воды по формуле, приведенной в условии задачи: $v = \frac{h}{\tau} = \frac{0.25}{2.45} = 0.1$ м/с.

$$v = \frac{h}{\tau} = \frac{0.25}{2.45} = 0.1 \text{ м/с.}$$

$$\eta = \frac{d^2 g (\rho_{\text{ш}} - \rho_{\text{в}})}{18v} = \frac{(2.2 \cdot 2.2) 10^{-6} \cdot 10 \cdot 50}{18 \cdot 0.1}$$

$$\eta = 1.3 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}^2} = 1.3 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}} = 1.3 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$$

(при проверке работы засчитывать как верную любую из трех приведенных единиц измерения коэффициента вязкости).

Табличное значение коэффициента вязкости воды при 20 градусах $\eta_{\text{табл}} = 1.0 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$.

Задача №7-Е2. Полипропилен

Приведенные далее числовые значения физических величин получены на авторском комплекте оборудования. На местах параметры трубы и пластилина могут отличаться от авторских.

1. Определим массу отрезка трубы $m = 10.8$ г.
2. Определим объем V_1 внутреннего канала трубы. Для этого закроем один торец трубы пальцем и заполним внутренность трубы водой из шприца, измерив при этом объем вылитой воды $V_1 = 7.6$ мл = 7.6 см^3 .
3. Для измерения внешнего диаметра трубы прокалибруем шкалу шприца в миллиметрах. Длина трубы 60 мм соответствует 44 делениям. Значит одно деление — 1.364 мм. Измерим внешний диаметр трубы двумя способами. *Первый:* непосредственно прикладывая трубу к делениям шкалы шприца определяем, что внешний диаметр трубы D равен 15 делениям, или $D = 20.5$ мм. *Второй:* разместим трубу на столе на листе бумаги А4, на неподвижной трубе сделаем ручкой или карандашом одну метку одновременно на ее торце и бумаге, прокатим трубу по бумаге на 1 оборот до повторного совпадения метки с поверхностью бумаги, зафиксируем на бумаге новое положение метки, измерим с помощью шкалы шприца длину внешней окружности тубы $l = 47.5$ делений = 64.8 мм. Так как длина окружности $l = \pi D$, находим $D = 20.6$ мм. Для дальнейших расчетов будем использовать среднее значение из двух, полученных разными способами $D = 20.55$ мм.

4. Внешний объем трубы равен

$$V_2 = \frac{\pi D^2}{4} L = \frac{3.14 \cdot 20.55 \cdot 20.55}{4} \cdot 60 = 19890 \text{ мм}^3 = 19.9 \text{ см}^3.$$

5. Объем полипропилена равен $V_0 = V_2 - V_1 = 12.3 \text{ см}^3$.

6. Плотность полипропилена $\rho_{\text{пр}} = \frac{m}{V_0} = \frac{10.8}{12.3} = 0.88 \text{ г/см}^3$ (табличные значения $0.89 \text{ г/см}^3 \leq \rho_{\text{пр}} \leq 0.92 \text{ г/см}^3$).

7. Заполним внутренний объем трубы пластилином без воздушных пузырей.

Для плотной упаковки пластилина можно использовать карандаша. Масса трубы с пластилином $m_1 = 22.6 \text{ г}$ масса пластилина $m_{\text{пл}} = m_1 - m = 11.8 \text{ г}$.

8. Плотность пластилина $\rho_{\text{пл}} = \frac{m_{\text{пл}}}{V_1} = \frac{11.8}{7.6} = 1.55 \text{ г/см}^3$.

Шифр

Σ

7-Е1. Пшено и вязкость

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
1.1	Описание метода (расчетная формула)	1.0		
	Измерение d			
1.2	Метод 1. таблица зависимости длины цепочки L от количества зерен N	1.0		
1.3	Метод 1. график зависимости $L(N)$	1.0		
1.4	Метод 1. значение d (угловой коэффициент)	1.0		
1.5°	Метод 2. измерение длины нескольких цепочек с разным количеством зерен, расчет d для каждой с последующим усреднением	2.0		
1.6°	Метод 3. измерение длины единственной цепочки зерен и расчет d по результату этого измерения	1.0		
2.1	Наличие таблицы всех результатов	1.0		
2.2	Количество измерений ≥ 100	4.0		
	– Количество измерений ≥ 70	3.0		
	– Количество измерений ≥ 50	2.0		
	Построение гистограммы			
3.1	Подпись осей	0.5		
3.2	Разбиение горизонтальной оси на диапазоны	2.0		
3.3	Построение прямоугольников	0.5		
3.4	Определение наиболее вероятного времени падения зерен τ	1.0		
4.1	Измерение высоты столба h воды в сосуде	1.0		
4.2	Вычисление средней скорости падения зерен	1.0		
	Вычисление коэффициента вязкости			
5.1	$0.5 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с} \leq \eta \leq 2.0 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$	3.0		
	– $0.3 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с} \leq \eta \leq 3.0 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$	2.0		
	– $0.2 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с} \leq \eta \leq 5.0 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$	1.0		
5.2	Наличие правильной единицы измерения	2.0		

Шифр

 Σ **7-Е2. Полипропилен**

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
1.1	Измерена масса m ($\pm 10\%$) (без единицы измерения результат не засчитывается)	1.0		
	Измерение объема V_1 внутреннего канала трубы			
1.2	Метод: по объему воды из шприца — другие методы: (пересчет шкалы шприца и непосредственное измерение диаметра)	2.0 1.0		
1.3	Численный результат ($\pm 10\%$) (без единицы измерения результат не засчитывается)	1.0		
	Измерение внешнего диаметра трубы			
1.4	Идея пересчета шкалы шприца в миллиметры	1.0		
1.5	Два метода (непосредственное измерение диаметра и прокатка 1 оборот по бумаге) и усреднение — непосредственное измерение диаметра — прокатка 1 оборот на бумаге	2.0 1.0 1.0		
1.6	Внешний диаметр результат ($\pm 10\%$) (без единицы измерения результат не засчитывается)	1.0		
	Вычисление внешнего объема трубы V_2 и объема полипропилена V_0			
1.7	Формула	1.0		
1.8	Результат для V_2 ($\pm 10\%$) (без единицы измерения результат не засчитывается)	2.0		
1.9	Результат для V_0 ($\pm 10\%$) (без единицы измерения результат не засчитывается)	1.0		
	Вычисление плотности полипропилена			
1.10	Формула	1.0		
1.11	Результат ($\pm 5\%$) (без единицы измерения результат не засчитывается) — Результат ($\pm 10\%$) (без единицы измерения результат не засчитывается)	2.0 1.0		
	Вычисление плотности пластилина			
2.1	Метод: заполнение трубы, измерение массы — метод: измерение размеров исходного брикета	2.0 1.0		
2.2	Результаты измерения необходимых величин (масса, размеры) в соответствии с выбранным методом ($\pm 10\%$)	1.0		

2.3	Вычисление плотности пластилина $\rho_{\text{пл}}$, результат ($\pm 5\%$) (без единицы измерения результат не засчитывается) — результат ($\pm 10\%$) (без единицы измерения результат не засчитывается)	2.0 1.0		
-----	--	----------------	--	--