

Шифр

 Σ **8-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 — Количество измерений ≥ 70 — Количество измерений ≥ 50	4.0 3.0 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	$0.5 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с} \leq \eta \leq 2.0 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ — $0.3 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с} \leq \eta \leq 3.0 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ — $0.2 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с} \leq \eta \leq 5.0 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$	3.0 2.0 1.0		
5.2	Наличие правильной единицы измерения	2.0		

$$\sum$$

Шифр

8-Е2. Неразбавленный сироп

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
1.1	Измерение массы (прямое взвешивание). Результат засчитывается, если отличие от правильного значения не превышает 5%. Без единицы измерения результат не засчитывается.	1.0		
1.2	Идея использования метода гидростатического взвешивания для определения объема цилиндра.	1.0		
1.3	Результат измерения объема / Результат засчитывается, если отличие от правильного значения не превышает 5%. Без единицы измерения результат не засчитывается.	1.0		
1.4	Формула для вычисления плотности	1.0		
1.5	Числовое значение плотности. Результат засчитывается, если отличие от правильного значения не превышает 5%. Без единицы измерения результат не засчитывается.	2.0		
2.1	Описание метода приготовления	2.0		
2.2	Таблица с указанием концентрации раствора и содержания воды и сахара в нем. Количество точек не менее 7 — количество точек не менее 5 — количество точек не менее 3	4.0 3.0 1.0		
2.3	Использование методом гидростатического взвешивания цилиндра известного объема для вычисления плотности раствора. Любые «способы» определения объема раствора не засчитывать, так как в комплекте оборудования нет соответствующих измерительных приборов.	2.0		
2.4	Наличие результатов прямых измерений «массы Архимеда», соответствующей растворам известной концентрации. Без единицы измерения результат не засчитывается.	2.0		
2.5	Вычисление плотности растворов. Без единицы измерения результат не засчитывается.	2.0		
3.1	График: размер и подпись осей	0.5		
3.2	График: оцифровка осей	0.5		

3.3	График: нанесение точек	0.5		
3.4	График: линия графика	0.5		

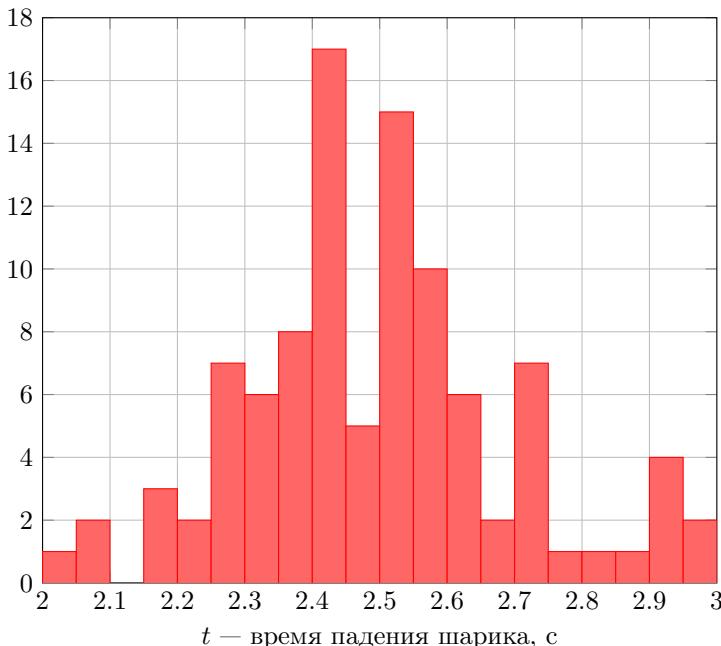
8 класс

Задача №8-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 $\eta_{\text{табл}} = 1.0 \cdot 10^{-3}$ Па · с.

Задача №8-Е2. Неразбавленный сироп

Для выполнения всех заданий в данной задаче используем метод гидростатического взвешивания. Включим весы. Положим на них картонную накладку. Поставим на весы стакан с водой. Оттарируем весы. С помощью штатива опустим металлический цилиндр на нитке в стакан с водой так, чтобы он был полностью погружен. Показание весов $m_A = \rho_{\text{в}}V = 19.2$ г назовем «массой Архимеда» (сила Архимеда, деленная на g). Здесь V — объем цилиндра, $\rho_{\text{в}} = 1 \text{ г}/\text{см}^3$ — плотность чистой воды. Таким образом, получаем $V = 19.2 \text{ см}^3$. Масса цилиндра $m = 52.4$ г (прямое взвешивание). Получаем $\rho_{\text{ц}} = \frac{m}{V} = 2.73 \text{ г}/\text{см}^3$.

Наливаем в стакан 90 г воды. Насыпаем в него 10 г сахара. Таким образом получаем 10-процентный раствор сахара. Стакан с раствором ставим на весы. Тарируем их. Опускаем в стакан металлический цилиндр. Показание весов есть «масса Архимеда» $m_{A1} = \rho_{\text{р1}}V$. Вычисляем плотность раствора. Затем досыпаем в стакан еще 10 г сахара. Вычисляем новую массовую долю сахара в растворе, измеряем «массу Архимеда» и т.д. Результаты по изменению ω раствора и измерению его плотности приведены в таблице.



Масса воды в растворе, г	Масса сахара в растворе, г	Масса раствора, г	$\omega, \%$	«Масса Архимеда», г	Плотность раствора $\rho_p, \text{г}/\text{см}^3$
90.1	9.90	100.0	10	20.0	1.04
90.1	20.0	110.1	18	20.6	1.07
90.1	30.0	120.1	25	21.1	1.10
90.1	40.1	130.2	31	21.7	1.13
90.1	50.1	140.2	36	22.2	1.16
90.1	60.2	150.2	40	22.6	1.18
90.1	70.2	160.2	44	23.0	1.20

На графике представлена табличная зависимость плотности раствора сахара в воде от массовой доли содержания сахара (синие точки) и полученные в данной работе экспериментальные результаты (красные точки).

