

<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
<i>физика</i>	<i>7</i>	<i>10.11.2025</i>	<i>10.00</i>	<i>13.00</i>

1. Взвесим кубики

Однородные металлические кубики со стороной $a = 5$ см покрыли сверху резиновой оболочкой толщины $d = 1$ мм. Известно, что плотность оболочки в три раза меньше плотности материала кубика ρ . Когда взвесили $N = 1000$ кубиков в оболочке, их масса составила $M = 351$ кг. Найдите плотность металла ρ , из которого изготовлены кубики. Чему равна плотность резины?

Возможное решение

У кубика 6 граней, тогда объем оболочки кубика можно посчитать, как площадь 6 граней на толщину. Масса оболочки кубика равна:

$$m_o = (6a^2d) \cdot \rho / 3 = 2a^2d\rho.$$

Можно получить и более точное уравнение, если из объема кубика со стороной $(a+2d)$ вычитать объем кубика со стороной a .

Выразим массу металлического кубика $m = a^3\rho$

Запишем массу N кубиков с оболочкой: $M = N(2a^2d\rho + a^3\rho) = Na^2\rho(2d + a)$.

Найдем искомую плотность $\rho = \frac{M}{Na^2(2d+a)} = \frac{351000}{1000 \cdot 5^2(2 \cdot 0,1 + 5)} = 2,7 \text{ г/см}^3 = 2700 \text{ кг/м}^3$

и плотность резины $\rho_p = \frac{\rho}{3} = 0,9 \text{ г/см}^3 = 900 \text{ кг/м}^3$

<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
<i>физика</i>	<i>7</i>	<i>10.11.2025</i>	<i>10.00</i>	<i>13.00</i>

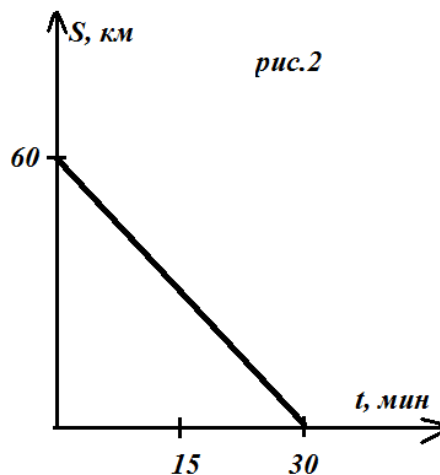
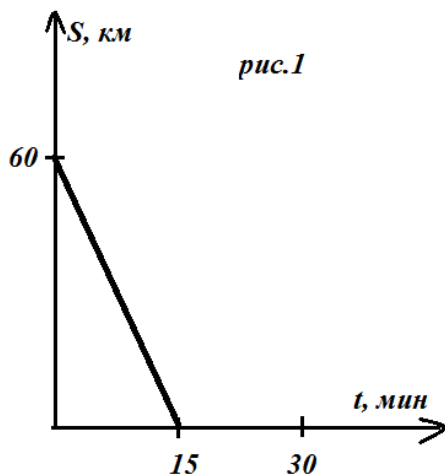
Критерии оценивания

	<i>Этапы решения</i>	<i>соотношения</i>	<i>Балл</i>
1	Объем кубика сплошного	a^3	1
2	Выражен объем пустотелого кубика точно или сразу приближенно	$(a+2d)^3 - a^3 \approx 6a^2d$	2
3	Записана масса металлического кубика	$m = a^3\rho$	1
4	Выражена масса оболочки	$m_o = (6a^2d) \cdot \rho / 3 = 2a^2d\rho$	2
6	Записана масса N кубиков с оболочкой	$M = N(2a^2d\rho + a^3\rho)$ $= Na^2\rho(2d + a).$	1
7	Получена плотность кубика	$\rho = \frac{M}{Na^2(2d + a)}$ $= 2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}, \text{ или } \mathbf{2697}$	2
8	Получена плотность оболочки	900 кг/м ³ или 899	1
		Итого	10

<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
<i>физика</i>	<i>7</i>	<i>10.11.2025</i>	<i>10.00</i>	<i>13.00</i>

2. Встречи по графику

Аэропорт находится на расстоянии $L = 60$ км от города. Аэропорт и город соединяет прямолинейный участок шоссе. Одновременно из города в аэропорт выехали автомобиль и мотоцикл, а навстречу им выехал автобус. На рисунке 1 представлен график, на котором показано, как изменялось расстояние между автобусом и мотоциклом с момента выезда до момента встречи. На рисунке 2 представлен график, на котором показано, как изменялось расстояние между автобусом и автомобилем с момента выезда до момента встречи. Скорость автобуса равна $v = 60$ км/ч. Найдите скорости мотоцикла и автомобиля. Какое время затратил на путь до аэропорта мотоцикл? Какое время затратил на путь до аэропорта автомобиль? Какое время потребовалось автобусу на путь от места встречи с мотоциклом до города? Считайте, что все транспортные средства двигались с постоянными скоростями во время всего движения. Постройте график изменения расстояния между автомобилем и мотоциклом, считая, что в аэропорту они останавливаются на парковке.



Предмет	Класс	Дата	Время начала	Время окончания
физика	7	10.11.2025	10.00	13.00

Возможное решение

По первому графику находим скорость сближения автобуса с мотоциклом $v_1 = \frac{S}{t} = \frac{60}{\frac{15}{60}} = 240$ км/ч. С другой стороны $v_1 = v + u$, где u – скорость мотоцикла, найдем

скорость мотоцикла: $u = \frac{S}{t} - v = 180 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Аналогично

по второму графику находим скорость сближения автобуса с автомобилем $v_2 = \frac{S}{2t} = \frac{60}{\frac{30}{60}} = 120$ км/ч. С

другой стороны $v_2 = v + w$, где w – скорость

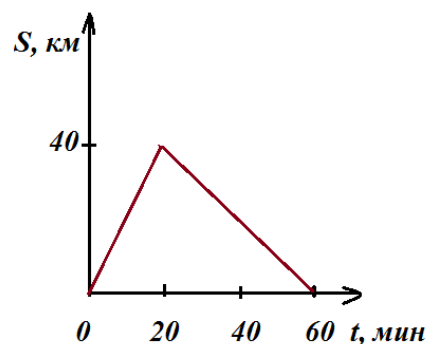
автомобиля, найдем скорость автомобиля: $w = \frac{S}{2t} - v =$

$60 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Мотоцикл ехал до аэропорта время $t_m = \frac{S}{u} = \frac{60}{180} =$

$\frac{1}{3}$ ч = 20 мин. Автомобиль добирался $t_a = \frac{S}{w} = \frac{60}{60} =$

1 ч = 60 мин. Автобус едет от места встречи с мотоциклом до города $t = \frac{S}{v} - \frac{S}{v_1} =$

60 – 15 = 45 мин.



Построим график: пока мотоцикл не добрался до аэропорта, относительная скорость $u - w = 180 - 60 = 120 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. И так будет в течение 20 минут, далее мотоцикл стоит на парковке и расстояние между ними меняется со скоростью $w = 60 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Оставшееся время составляет 40 минут. Максимальное расстояние между ними будет через 20 минут и составит 40 км.

<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
<i>физика</i>	<i>7</i>	<i>10.11.2025</i>	<i>10.00</i>	<i>13.00</i>

Критерии оценивания:

	<i>Этапы решения</i>	<i>соотношения</i>	<i>Балл</i>
1	По первому графику найдена скорость сближения автобуса с мотоциклом	$v_1 = \frac{S}{t} = \frac{60}{\frac{15}{60}} = 240 \text{ км/ч.}$	1
2	Из относительности движения	$v_1 = v + u$	0,5
3	Выражена скорость мотоцикла	$u = \frac{S}{t} - v = 180 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$	1
4	По второму графику найдена скорость сближения автобуса с автомобилем	$v_2 = \frac{S}{2t} = \frac{60}{\frac{30}{60}} = 120 \text{ км/ч.}$	1
5	Из относительности движения	$v_2 = v + w$	0,5
6	Время в пути мотоциклиста	$t_m = \frac{S}{u} = \frac{60}{180} = \frac{1}{3} \text{ ч} = 20 \text{ мин}$	1
7	Время в пути автомобиля	$t_a = \frac{S}{w} = \frac{60}{60} = 1 \text{ ч} = 60 \text{ мин.}$	1
8	Сколько ехал автобус после встречи	$t = \frac{S}{v} - \frac{S}{v_1} = 60 - 15 = 45 \text{ мин}$	1
9	Построен график с правильными значениями времени характерного вида	В начальный момент и в конце расстояние = 0	2
10	На графике есть максимальное расстояние между ними	40 км	1
		Итого	10

<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
<i>физика</i>	<i>7</i>	<i>10.11.2025</i>	<i>10.00</i>	<i>13.00</i>

3. Не опоздали!

Чтобы не опоздать на электричку, Лена и Катя решили добежать от дома до станции. Девочки стартовали из дома одновременно, Лена $\frac{3}{4}$ пути бежала, остальную часть шла, иногда останавливалась отдохнуть. Катя бежала $\frac{1}{3}$ времени, остальное время шла. На станции девочки оказались одновременно, и успели на свою электричку. Сколько времени отдыхала Лена, если расстояние от дома до станции $S = 5$ км, скорость бега девочек $v = 9$ км/ч, скорость ходьбы девочек $u = 3$ км/ч?

Возможное решение

Время, которое потратили Лена и Катя, одинаково. Обозначим его t . Если Лена отдыхала Δt , тогда время, которое она добиралась до станции: $t = \frac{3s}{4v} + \frac{s}{4u} + \Delta t$. Для Кати: $s = \frac{1}{3}tv + \frac{2}{3}tu$. Выражаем отсюда время: $t = \frac{3s}{v+2u}$. Находим время отдыха Лены:

$$\Delta t = \frac{3s}{v+2u} - \frac{3s}{4v} - \frac{s}{4u} = \frac{15}{15} - \frac{15}{36} - \frac{5}{12} \text{ ч} = \left(1 - \frac{5}{6}\right) \text{ ч} = \frac{1}{6} \text{ ч} = 10 \text{ мин}$$

Критерии оценивания:

	<i>Этапы решения</i>	<i>соотношения</i>	<i>Балл</i>
1	Выражено время, потраченное Леной	$t = \frac{3s}{4v} + \frac{s}{4u} + \Delta t$	2
2	Выражено время, затраченное Катей	$S = \frac{1}{3}tv + \frac{2}{3}tu, t = \frac{3s}{v+2u}$	2
3	Равенство времен		1
4	Выражено время отдыха Лены	$\Delta t = \frac{3s}{v+2u} - \frac{3s}{4v} - \frac{s}{4u}$	3
5	Найден правильно числовой ответ.	$\Delta t = \frac{15}{15} - \frac{15}{36} - \frac{5}{12} \text{ ч} = \frac{1}{6} \text{ ч} = 10 \text{ мин}$	2
		Итого	10

Предмет	Класс	Дата	Время начала	Время окончания
физика	7	10.11.2025	10.00	13.00

4. Трубочка для коктейля

Юные физики Терентий и Андрей решили экспериментально определить линейную плотность* трубочек для коктейля. Для этого ребята нарезали трубочки на отрезки различной длины L , измерили их массы m с помощью электронных весов и внесли данные в таблицу.



$L, \text{мм}$	18	52	107	40	89	121	63	26	145	75
$m, \text{мг}$	80	210	420	160	360	480	240	185	580	300

Используя экспериментальные данные, необходимо: 1) построить график зависимости массы трубочки от её длины; 2) по графику определить линейную плотность трубочек, выразив её в г/м; 3) определить массу целой трубочки длиной 22 см.

*Линейная плотность λ – это физическая величина, которая показывает, какая масса приходится на единицу длины.

Примерное решение и критерии оценивания

1) Построен график зависимости $m(\lambda)$

4 балла

- верно подписаны и оцифрованы оси **0,5 балла**
- грамотный масштаб (занимает не менее 50%) **1 балл**
- нанесены ВСЕ точки из таблицы **1 балл**
- указана и исключена точка выброса **0,5 балла**
- верно проведена сглаживающая **прямая** **1 балл**

2) С помощью графика определён угловой коэффициент

4 балла

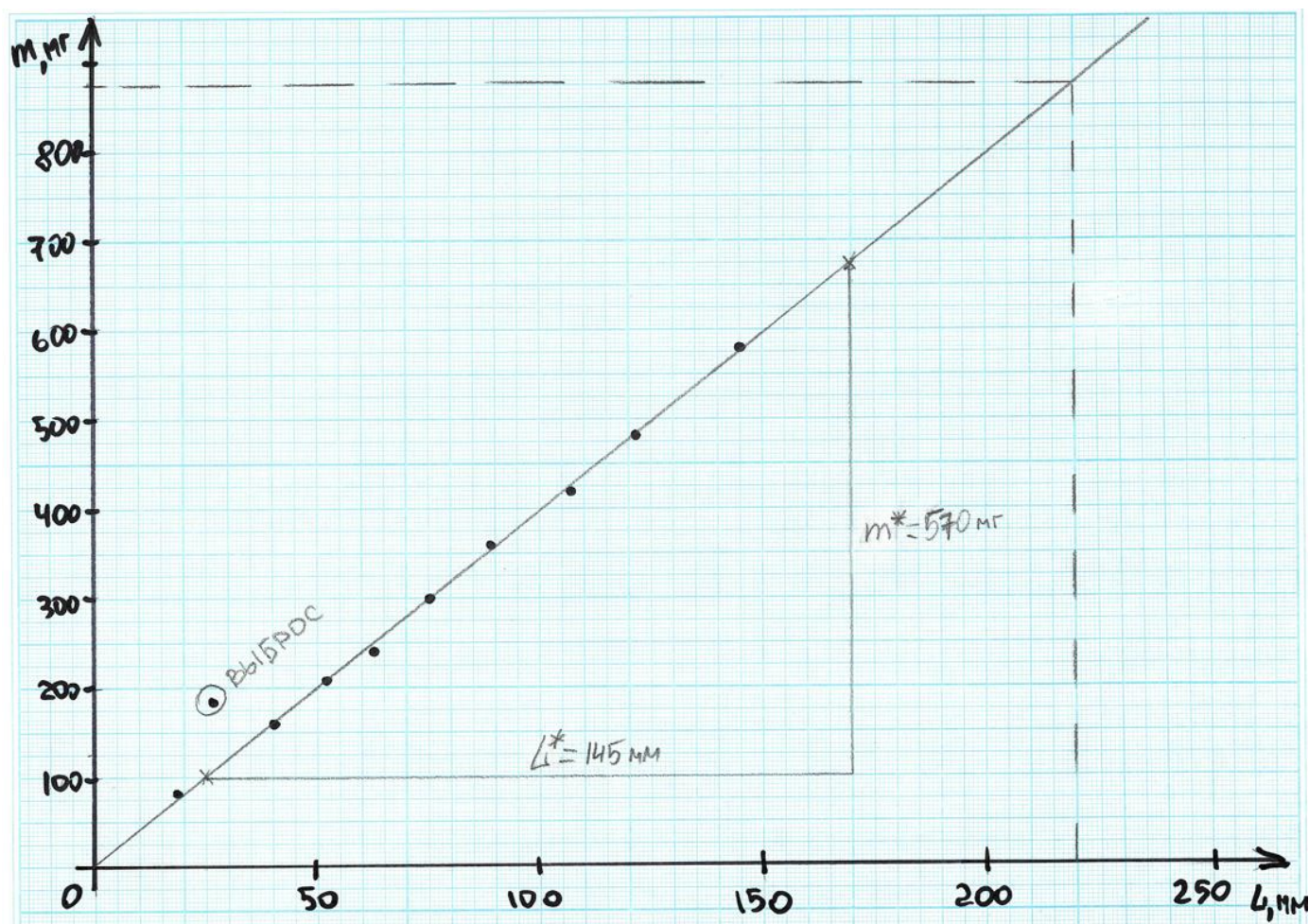
- из графика найдено $\lambda = \frac{m^*}{L^*} \approx \frac{570\text{мг}}{145\text{мм}} = \frac{0,57\text{г}}{0,145\text{м}} \approx 3,93 \frac{\text{г}}{\text{м}}$
- за верный метод (не по отдельным точкам из таблицы) **2 балла**
- за адекватный выбор значений для расчёта числового значения, т.е. достаточно большой треугольник показан на графике **1 балл**
(если маленький треугольник, то 0,5 балла; если совсем нет пометок на графике, то 0 баллов)
- численное значение в пределах $3,8 - 4,1 \frac{\text{г}}{\text{м}}$ **1 балл**
(если в пределах $3,6 - 4,3 \frac{\text{г}}{\text{м}}$, то 0,5 балла)

Предмет	Класс	Дата	Время начала	Время окончания
физика	7	10.11.2025	10.00	13.00

3) По графику найдена масса трубочки длиной 22 см **2 балла**

- численное значение в пределах 0,86-0,88 г **2 балла**
- численное значение в пределах 0,84-0,90 г **(1 балл)**

(если значение массы определяется не из графика, а по формуле $m = \lambda L$, можно засчитывать полный балл при попадании в диапазон)



<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
<i>физика</i>	<i>7</i>	<i>10.11.2025</i>	<i>10.00</i>	<i>13.00</i>

Рекомендации для жюри

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Участники олимпиады могут предложить полные и верные решения задач, отличные от приведённых в ключе. За это они должны получить полный балл. Частичное решение или решение с ошибками оценивается, ориентируясь на этапы решения, приведённые в разбалловке. При этом верные выводы из ошибочных допущений не добавляют баллов. Если какой-то этап решения не полный, или частично правильный, то он оценивается частью баллов за этап. Если в решении участника олимпиады предложенные этапы объединены как один, то оценка проводится из суммарного балла. **Наличие лишь ответа без решения не оценивается.** При наличии у участника двух решений без указания, какое он считает верным, оценка проводится по худшему. Для удобства работы жюри решения и критерии оценки для каждой задачи приведены на отдельной странице и при необходимости снабжены комментарием. К некоторым задачам может приводиться два варианта решения. Следует держаться духа и буквы предлагаемой разбалловки, чтобы обеспечить сопоставимость проверки на разных площадках проведения.

С вопросами по критериям оценок можно обратиться или по электронной почте masha.yuldasheva@mail.ru или по телефону 8-913-940-45-06 к председателю предметно-методической комиссии олимпиады *Юлдашевой Марии Рашидовне*.