

Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
в Томской области в 2025-2026 учебном году
10 класс

ОТВЕТЫ

Время выполнения заданий – 230 мин.

Максимальное количество первичных баллов – 100, итоговых – 100.

Задача 1. Чья-то слава и почёт

Вертолётчик массой $m = 1.2$ кг имеет винт, который при вращении двигателем, создаёт тягу. Если направить силу тяги вертолётчика вертикально вверх, то он начнёт подниматься с ускорением $a = 2$ м/с². Вертолётчик стартует с поверхности Земли без начальной скорости, направляя силу тяги вертикально вверх. Поднявшись на высоту $H = 25$ м, вертолётчик разворачивает вектор силы тяги горизонтально. $g = 10$ м/с²

- 1) Определите силу тяги F двигателя вертолётчика.
- 2) Сколько времени t_1 поднимался вертолётчик на высоту H ?
- 3) Опишите характер движения вертолётчика сразу после разворота вектора силы тяги на высоте H .
- 4) Какой будет скорость вертолётчика v_1 через время $\frac{3}{2}t_1$ с момента начала движения?
- 5) Какой будет минимальная скорость вертолётчика v_{min} в процессе движения после разворота вектора силы тяги на высоте H . Считайте, что рельеф местности позволяет вертолётчику достигнуть этой скорости, не столкнувшись с поверхностью Земли.

Решение и критерии оценки

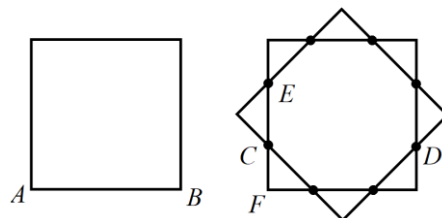
Критерий оценивания/этап решения	Баллы
Первый вопрос (4 балла)	
1) Из второго закона Ньютона для вертолётчика $ma = F - mg$ найдём силу тяги вертолётчика: $F = m(g + a) = 1.2 \cdot 12 = 14.4$ Н.	4
Второй вопрос (4 баллов)	
2) Для подъёма на высоту H с ускорением a вертолётчику понадобится время: $t_1 = \sqrt{\frac{2H}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 25}{2}} = 5$ с	4
Третий вопрос (4 балла)	
3) В момент разворота вектора силы тяги вертолётчик будет иметь вертикальную скорость $v_0 = at_1 = 10$ м/с. (1 балл) После разворота вектора тяги двигатель будет создавать вертолётчику горизонтальное ускорение $a_x = \frac{F}{m} = 12$ м/с ² . Тогда полное ускорение вертолётчика будет равно $a_2 = 15.6$ м/с ² . (1 балл) А косинус угла между направлением ускорения и вертикалью будет составлять 0.64, что соответствует углу порядка 50°. (1 балл) Таким образом, вертолётчик будет двигаться по параболической траектории (1 балл) с указанными параметрами.	4
Четвёртый вопрос (4 балла)	
4) По теореме косинусов:	4

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
в Томской области в 2025-2026 учебном году
10 класс**

$v_1 = \sqrt{v_0^2 + (a_2 \frac{t_1}{2})^2 - 2v_0 a_2 \frac{t_1}{2} \cos 50^\circ}$ $= \sqrt{100 + 244 \frac{25}{4} - 10 \cdot 15.6 \cdot 5 \cdot 0.64} = \sqrt{1625 - 10 \cdot 10 \cdot 5}$ $= 33.5 \text{ м/с}$	
Пятый вопрос (4 балла)	
5) Исходя из описания движения в п 3), становится очевидным, что минимальная скорость движения вертолётника в процессе дальнейшего движения – это скорость в момент «подъёма на максимальную высоту» при движении по новой параболе: $v_{\min} = v_0 \sin 50^\circ = 7.68 \text{ м/с}$	4
Итого за задачу	20

Задача 2. Нужно больше пайки

Из однородной проволоки собрали квадрат. Сопротивление между контактами АВ оказалось равно $R_{AB} = 18 \text{ Ом}$. Затем взяли ещё один такой же квадрат, повернули относительно его центра на 45° . Квадраты спаяли во всех точках пересечения.



- 1) Какое сопротивление R имеет одна сторона исходного квадрата?
- 2) Чему равно сопротивление перемычки R_{CE} (только один резистор, без учёта остальной цепи)?
- 3) Чему равно сопротивление перемычки R_{CF} (только один резистор, без учёта остальной цепи), где F – вершина квадрата?
- 4) Чему равно общее сопротивление между точками R_{CD} ?

Решение и критерии оценки

Критерий оценивания/этап решения	Баллы
Первый вопрос (5 баллов)	
1) Сопротивление между контактами АВ $R_{AB} = \frac{3R \cdot R}{3R + R} = \frac{3}{4}R$.	3
2) $R = \frac{4}{3}R_{AB} = 24 \text{ Ом}$	2
Второй и третий вопросы (10 баллов)	
3) Обозначим l_{CE} и l_{CF} – длины соответствующих перемычек, а l – сторона квадрата. Введём λ – сопротивление единицы длины проволоки. Тогда $R_{CE} = \lambda l_{CE}$, $R_{CF} = \lambda l_{CF}$, $R = \lambda l$.	3
4) В силу геометрии задачи с одной стороны $l_{CE} = \sqrt{2}l_{CF}$, а с другой стороны $2l_{CF} + l_{CE} = l$	3
5) Решая 3) и 4) совместно, $R_{CF} = \frac{R}{2 + \sqrt{2}} \approx 7.03 \text{ Ом} \approx 7 \text{ Ом}$	2
6) Решая 3) и 4) совместно, $R_{CE} = \frac{R}{1 + \sqrt{2}} \approx 9.94 \text{ Ом} \approx 10 \text{ Ом}$	2
Четвёртый вопрос (5 баллов)	

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
в Томской области в 2025-2026 учебном году
10 класс**

7) Рассмотрим вспомогательный треугольник, состоящих из параллельно соединённых резисторов R_{CE} и $2R_{CF}$. Его сопротивление $R_3 = \frac{R_{CE} \cdot 2R_{CF}}{R_{CE} + 2R_{CF}} = (3\sqrt{2} - 4)R \approx 5.82 \text{ Ом}$	2
8) Сопротивление $R_{CD} = \frac{5R_3 \cdot 3R_3}{5R_3 + 3R_3} = \frac{15}{8}R_3 \approx 10.92 \approx 11 \text{ Ом}$	3
Итого за задачу	20

Задача 3. Частично упругий шарик

С высоты $h = 3 \text{ м}$ над уровнем земли вертикально вниз бросили стальной шарик массы $m = 50 \text{ гр}$ со скоростью $v = 8 \text{ м/с}$. После отскока шарик поднялся на высоту $1.5h$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Теплоёмкость стали $c_{\text{ст}} = 460 \text{ Дж/кг}^\circ\text{С}$.

- 1) Определите отношение скорости v_1 камня непосредственно до удара об землю к скорости камня непосредственно после удара об землю v_2 .
- 2) Насколько нагрелся шарик после одного удара об землю?
- 3) Какой импульс шарик передал земле за первый удар об землю?
- 4) Считая, что для каждого последующего удара шарика об землю отношение из п. 1) остаётся справедливым, найдите высоту подъёма шарика после пятого удара об землю.

Решение и критерии оценки

Критерий оценивания/этап решения	Баллы
Общие критерии (6 баллов)	
1) По закону сохранения энергии $v_1 = \sqrt{v^2 + 2gh} = \sqrt{64 + 60} \approx 11.14 \text{ м/с}$.	3
2) По закону сохранения энергии $v_2 = \sqrt{2g1.5h} = \sqrt{3 \cdot 10 \cdot 3} \approx 9.49 \text{ м/с}$.	3
Первый вопрос (3 балла)	
3) Искомое отношение скоростей: $\frac{v_1}{v_2} = 1.17$	3
Второй вопрос (3 балла)	
4) Исходя из закона сохранения энергии: $\frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2} = mc_{\text{ст}}\Delta t$ Определим на сколько градусов нагрелся шарик: $\Delta t = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2c_{\text{ст}}} = \frac{124 - 90}{2 \cdot 460} = 0.037^\circ\text{С}$	3
Третий вопрос (3 балла)	
5) Величина переданного импульса: $\Delta p = mv_1 + mv_2 = 1.03 \text{ кг м/с}$	3
Четвёртый вопрос (3 балла)	
6) С учётом соотношения 3), после пятого удара величина скорости уменьшится в 2.233 раза. Тогда скорость шарика после пятого удара: $v_6 = \frac{v_1}{2.233} \approx 5 \text{ м/с}$	2
7) Высота подъёма шарика: $H = \frac{v_6^2}{2g} \approx 1.25 \text{ м}$	3
Итого за задачу	20

Задача 4. Круз-контроль

Автомобиль на первой трети пути движется с ускорением a и далее продолжает движение с постоянной скоростью. Определить: 1) время t_1 , затраченное автомобилем на

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
в Томской области в 2025-2026 учебном году
10 класс**

равномерный участок пути и время t_2 , в течение которого автомобиль ускорялся, если начальная скорость автомобиля равна нулю, пройденный путь $L = 900$ м, а ускорение $a = 3$ м/с²; 2) среднюю скорость автомобиля $v_{\text{ср}}$ на всем пути; 3) среднюю скорость автомобиля $v_{\text{ср2}}$ на пути с $L/6$ до $5L/6$.

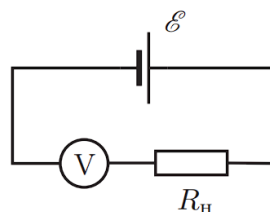
Решение и критерии оценки

Критерий оценивания/этап решения	Баллы
Первый вопрос (5 баллов)	
1) Для участка пути, на котором автомобиль ускорялся: $\frac{L}{3} = \frac{at_1^2}{2}$	3
2) Время разгона: $t_1 = \sqrt{\frac{2L}{3a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 900}{3 \cdot 3}} \approx 14.14$ с	2
Второй вопрос (5 баллов)	
3) К концу разгона автомобиль приобретёт скорость $v = at_1 = \sqrt{\frac{2La}{3}} = 42.43$ м/с	3
4) И потратит на оставшийся путь время: $t_2 = \frac{2L}{3v} = \sqrt{\frac{3L}{2a}} = 21.21$ с	2
Третий вопрос (5 баллов)	
5) Средняя скорость автомобиля на всём пути $v_{\text{ср}} = \frac{L}{t_1 + t_2} = 25.46$ м/с	5
Четвёртый вопрос (5 баллов)	
6) Общий путь, на котором нужно найти среднюю скорость в этом вопросе, равен $\frac{4L}{6}$. В него входит участок $\frac{L}{6}$, на котором автомобиль ускорялся, и участок $\frac{3L}{6} = \frac{L}{2}$ равномерного движения.	1
7) Первый участок длиной $\frac{L}{6}$ автомобиль проходит, двигаясь с ускорением, за время $t_{11} = \sqrt{\frac{2L}{6a}} = 10$ с. Тогда вторую половину разгонного участка автомобиль проходит за $14.14 - 10 = 4.14$ с	1
8) Время движения автомобиля по участку длиной $\frac{L}{2}$ со скоростью v : $t_{21} = \frac{L}{2v} = 10.61$ с	1
9) Тогда средняя скорость движения автомобиля: $v_{\text{ср2}} = \frac{2L}{3(t_1 - t_{11} + t_{21})} = 40.69$ м/с	2
Итого за задачу	20

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
в Томской области в 2025-2026 учебном году
10 класс**

Задача 5. Электрический псевдоэксперимент

Как-то раз на олимпиаде школьникам 8ого класса предложили исследовать зависимость показаний вольтметра от сопротивления нагрузки R_H . Для этого необходимо было собрать цепь, указанную на рисунке, и изменяя сопротивление нагрузки, фиксировать в таблице показания вольтметра. Школьник эту часть задания выполнил.



Продолжение условия на следующей странице

Таблица 1. Показания вольтметра в зависимости от сопротивления нагрузки

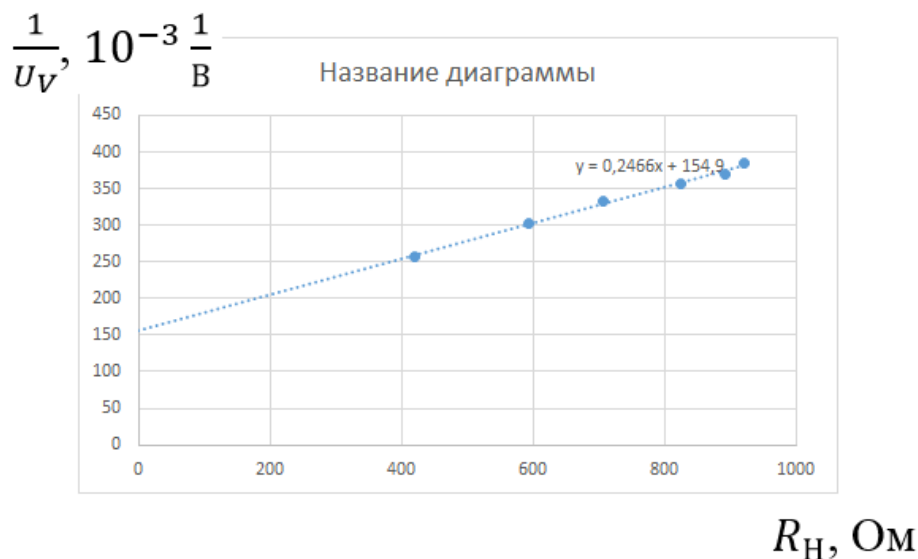
R_H , Ом	593	892	921	421	826	708
U_V , В	3,3	2,7	2,6	3,9	2,8	3,0

- Используя экспериментальные данные из Таблицы 1 постройте на прилагаемом к условию масштабном листе график зависимости показаний вольтметра от сопротивления нагрузки так, чтобы он представлял из себя участок прямой линии.
 - Используя построенный график, определите ЭДС идеального источника постоянного напряжения $\mathcal{E}$.
 - Используя построенный график, определите сопротивление вольтметра R_V .
- Оценивать погрешность не требуется.

Решение и критерии оценки

Критерий оценивания/этап решения	Баллы																					
Общие критерии (4 балла)																						
1) В силу Закона Ома для электрической цепи показания вольтметра: $U_V = \frac{\mathcal{E}}{R_V + R_H} R_V$	2																					
2) Преобразуем в виде: $\frac{1}{U_V} = \frac{1}{\mathcal{E}} + \frac{1}{R_V \mathcal{E}} R_H$ В координатах $(R_H; \frac{1}{U_V})$ график представляет из себя прямую со свободным коэффициентом $\frac{1}{\mathcal{E}}$ и угловым коэффициентом $\frac{1}{R_V \mathcal{E}}$.	2																					
Первый вопрос (10 баллов)																						
3) Дополним таблицу: <table><tr><td>R_H, Ом</td><td>421</td><td>593</td><td>708</td><td>826</td><td>892</td><td>921</td></tr><tr><td>U_V, В</td><td>3,9</td><td>3,3</td><td>3,0</td><td>2,8</td><td>2,7</td><td>2,6</td></tr><tr><td>$\frac{1}{U_V}, 10^{-3} \frac{1}{В}$</td><td>256</td><td>303</td><td>333</td><td>357</td><td>370</td><td>385</td></tr></table>	R_H , Ом	421	593	708	826	892	921	U_V , В	3,9	3,3	3,0	2,8	2,7	2,6	$\frac{1}{U_V}, 10^{-3} \frac{1}{В}$	256	303	333	357	370	385	2
R_H , Ом	421	593	708	826	892	921																
U_V , В	3,9	3,3	3,0	2,8	2,7	2,6																
$\frac{1}{U_V}, 10^{-3} \frac{1}{В}$	256	303	333	357	370	385																
4) Построен график:	8=2*4																					

Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
в Томской области в 2025-2026 учебном году
10 класс



Подписаны оси (указана величина и размерность) – 2 балла,
Оформлен равномерный масштаб по осям – 2 балла,
Нанесены точки, соответствующие таблице – 2 балла,
Проведены **ясно** различимые **две** прямых линии – 2 балла.
Участникам выдавался лист условий с распечатанной миллиметровкой. По плану график должен быть на нём. Рисунки участников, сделанные на других листках, **тоже проверяются**.

Второй вопрос (3 балла)

5) По графику определяем свободный коэффициент прямой $b = \frac{1}{\varepsilon} = 155 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{В}}$
Откуда ЭДС источника: $\varepsilon = 6.45 \text{ В}$

Третий вопрос (3 балла)

6) По угловому коэффициенту прямой $k = \frac{1}{R_V \varepsilon} = 0.2466 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{Ом В}}$ и ранее найденному свободному, найдём сопротивление вольтметра:
$$R_V = \frac{155 \cdot 10^{-3}}{0.2466 \cdot 10^{-3}} = 627 \text{ Ом}$$

Итого за задачу

Примечание. В силу того, что задача подразумевает графическую обработку данных, то **при корректном решении** попадание в авторский ответ с отклонением в 10% засчитывается.