

**Демонстрационный вариант  
экзаменационной работы по физике (повышенный уровень)  
для индивидуального отбора в 10 класс  
ГБНОУ КК «Школа «Поколение»**

**Инструкция по выполнению работы**

Экзаменационная работа включает в себя 5 заданий повышенного и высокого уровней сложности.

На выполнение работы отводится 60 минут. При выполнении заданий можно пользоваться калькулятором и черновиком. **Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.**

Рекомендуем внимательно читать условие и проводить проверку полученного ответа, после чего подробно и обоснованно описать решение в бланках ответов. Решения заданий оцениваются в соответствии с критериями, приведенными ниже.

Задания можно выполнять в любом порядке. Текст задания переписывать не надо, необходимо только указать его номер.

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

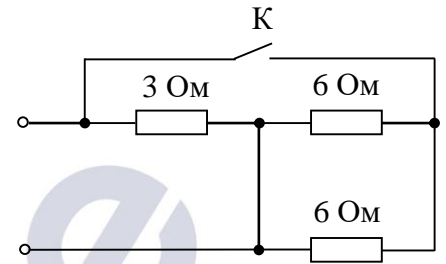
При выполнении заданий 1 – 5 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ. Сначала укажите номер задания, а затем запишите его подробное решение и ответ. Пишите чётко и разборчиво.

**1** Медный шарик объемом  $0,01 \text{ см}^3$  равномерно падает в воде. Постройте рисунок и укажите все силы, действующие на шарик при его движении. За некоторое время  $t$  при падении шарика выделилось количество теплоты, равное  $7,1 \text{ мДж}$ . Определите перемещение шарика за интервал времени  $t$ . (Плотность меди равна  $8900 \text{ кг/м}^3$ .)

**2** Петя налил в стакан теплой воды, имеющей температуру  $66 \text{ }^\circ\text{C}$ . Коля бросил в этот же стакан несколько кубиков льда общей массой  $30 \text{ г}$  при температуре  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Когда весь лед растаял, в стакане установилась температура  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определите какой объем воды Петя налил в стакан в начале эксперимента.

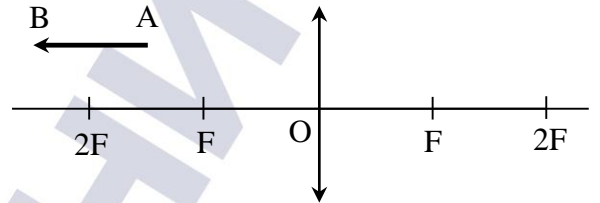
Теплообменом с окружающим воздухом пренебречь. (Удельная теплоемкость воды –  $4,2 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$ , льда –  $2,1 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$ , удельная теплота плавления льда –  $330 \text{ кДж}/\text{кг}$ .)

- 3 Определите, как и во сколько раз изменится общее сопротивление  $R_{\text{об}}$  электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, при замыкании ключа К.

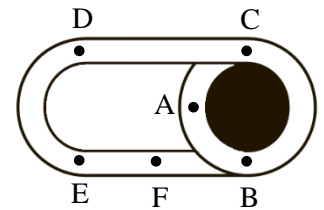


- 4 Постройте изображение предмета  $AB$  в собирающей линзе, оцените длину полученного изображения.

Расстояние от точки  $A$  до плоскости линзы  $s = 30 \text{ см}$ , расстояние от точки  $B$  до главной оптической оси линзы  $h = 20 \text{ см}$ , длина отрезка  $AB$  равна  $L = 20 \text{ см}$ , оптическая сила линзы равна  $D = 5 \text{ Дптр}$ .



- 5 Для соревнований по робототехнике в школе «Поколение» построили трассу  $ABCDEF$ , изображенную на рисунке. Радиус закругленных участков трассы  $R = 3 \text{ м}$ , длина прямолинейного участка  $EF = 3 \text{ м}$ ,  $DC = 6 \text{ м}$ .



- С большим отрывом в заезде победил болид команды «Призма». После старта на участке  $AC$  машина победителей увеличивала скорость на  $3 \text{ м/с}$  за каждые  $0,2 \text{ с}$  своего движения. Определите скорость машины в точке  $C$ .
- Тестовые испытания перед стартом показали, что максимальное ускорение, которое могут обеспечить покрытие трассы и шины автомобиля, равно  $a_m = 2 \text{ м/с}^2$ . Определите, с какой максимальной скоростью машина победителей могла двигаться на участке  $DE$ ?
- Определите минимальное время движения лидера гонки на участке  $EF$ , если известно, что шины не проскальзывали по покрытию трассы.

## Решения и критерии оценки

- 1 Медный шарик объемом  $0,01 \text{ см}^3$  равномерно падает в воде. Постройте рисунок и укажите все силы, действующие на шарик при его движении. За некоторое время  $t$  при падении шарика выделилось количество теплоты равное  $7,1 \text{ мДж}$ . Определите перемещение шарика за интервал времени  $t$ . (Плотность меди равна  $8900 \text{ кг/м}^3$ .)

**Решение.**

Так как шарик падает равномерно, то

$$\vec{F}_A + \vec{F}_c + m\vec{g} = 0$$

В проекции на вертикальную ось:

$$F_A + F_c - mg = 0$$

Сила Архимеда  $F_A = \rho_B gV$ , масса шарика  $m = \rho_M V$ .

Тогда сила сопротивления при движении шарика в воде:

$$F_c = \rho_M gV - \rho_B gV = gV(\rho_M - \rho_B)$$

Количество выделившейся теплоты равно модулю работы силы сопротивления воды  $Q = |A_c| = F_c S$ , откуда:

$$S = \frac{Q}{F_c} = \frac{Q}{gV(\rho_M - \rho_B)} = \frac{7,1 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 0,01 \cdot 10^{-6} \cdot (8900 - 1000)} \approx 9 \text{ (м)}$$

Ответ: 9 м.

Содержание критерия	Баллы
Верно записаны 2-й закон Ньютона и закон изменения энергии	1
Получена верная формула для $S$ , получено верное численное значение $S$	1
Правильно построен рисунок, верно указаны все действующие силы.	1
<b>Максимальный балл</b>	<b>3</b>

- 2 Петя налил в стакан теплой воды, имеющей температуру  $66 \text{ }^\circ\text{C}$ . Коля бросил в этот же стакан несколько кубиков льда общей массой  $30 \text{ г}$  при температуре  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Когда весь лед растаял, в стакане установилась температура  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определите какой объем воды Петя налил в стакан в начале эксперимента? Теплообменом с окружающим воздухом пренебречь. (Удельная теплоемкость воды –  $4,2 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{ }^\circ\text{C)}$ , льда –  $2,1 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{ }^\circ\text{C)}$ , удельная теплота плавления льда –  $330 \text{ кДж/кг}$ .)

**Решение.**

Количество теплоты, необходимое для плавления льда равно

$$Q_{\text{л}} = \lambda m_{\text{л}}$$

Количество теплоты, выделившееся при охлаждении воды равно

$$Q_{\text{в}} = c m_{\text{в}} \Delta T$$

Запишем уравнение теплового баланса:  $Q_{\text{л}} + Q_{\text{в}} = 0$ , откуда:

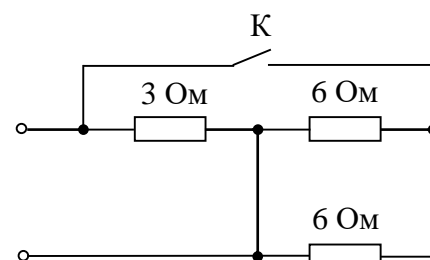
$$m_{\text{в}} = -\frac{\lambda m_{\text{л}}}{c \Delta T} = \frac{3,3 \cdot 10^5 \cdot 0,03}{4200 \cdot 66} \approx 36 \text{ г}$$

Объем воды равен  $V = \frac{m}{\rho} = 36 \text{ мл}$ .

**Ответ:** 36 мл.

Содержание критерия	Баллы
Верно записаны формулы для $Q_{\text{л}}$ и $Q_{\text{в}}$	1
Из уравнения теплового баланса получена расчетная формула и верное численное значение для $m_{\text{в}}$	1
<b>Максимальный балл</b>	<b>2</b>

- 3 Определите, как и во сколько раз изменится общее сопротивление  $R_{\text{об}}$  электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, при замыкании ключа К.



**Решение.** Рассмотрим первый случай (до замыкания ключа).

В этом режиме ток будет протекать только по резистору с сопротивлением 3 Ом. Таким образом,  $R_{\text{об1}} = 3 \text{ Ом}$ .

Во втором случае (после замыкания ключа) резисторы будут подключены параллельно друг другу. Таким образом,

$$\frac{1}{R_{\text{об2}}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6} = \frac{2}{3},$$

откуда  $R_{\text{об2}} = 1,5 \text{ Ом}$ .

В итоге получаем:

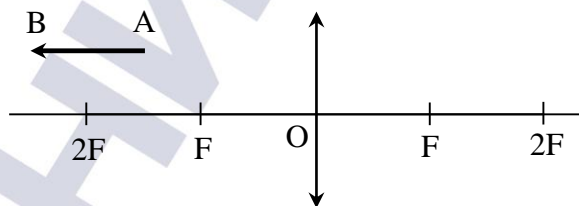
$$\frac{R_{\text{об1}}}{R_{\text{об2}}} = 2,$$

то есть при замыкании ключа сопротивление цепи уменьшится в 2 раза.

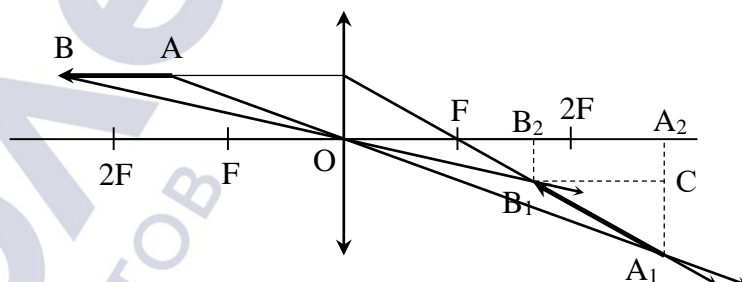
**Ответ:** сопротивление цепи уменьшится в 2 раза.

Содержание критерия	Баллы
Определено общее сопротивление цепи в начальном состоянии (на основании эквивалентной схемы или верных рассуждений)	1
Определено общее сопротивление цепи в конечном состоянии (на основании эквивалентной схемы или верных рассуждений)	1
Дан правильный и полный ответ на вопрос задачи.	1
<b>Максимальный балл</b>	<b>3</b>

4 Постройте изображение предмета  $AB$  в собирающей линзе, оцените длину полученного изображения. Расстояние от точки  $A$  до плоскости линзы = \_\_\_\_\_ м, оптическая сила линзы равна  $D = 5$  Дптр.



**Решение.** Построим ход лучей в собирающей линзе, определим отрезок  $A_1B_1$  – изображение отрезка  $AB$ . Для определения длины отрезка  $A_1B_1$  найдем  $A_2B_2$  и  $A_1C$ .



Найдем  $A_2B_2 = OA_2 - OB_2$ .

По формуле тонкой линзы для точки  $A$ :  $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ , где

$$f = OA_2 = \frac{dF}{d - F} = \frac{s}{D(s - \frac{1}{D})} = \frac{0,3}{5(0,3 - 0,2)} = 0,6 \text{ (м)}.$$

Аналогично определим длину отрезка  $OB_2$ :

$$OB_2 = \frac{dF}{d - F} = \frac{s + L}{D(s + L - \frac{1}{D})} = \frac{0,5}{5(0,5 - 0,2)} = \frac{1}{3} \text{ (м)}.$$

Искомый отрезок  $A_2B_2 \approx 0,6 - 0,33 = 0,27$  (м).

Найдем отрезок  $A_1C = A_1A_2 - B_1B_2$ . Увеличение линзы (для т.  $A$ ):

$$\Gamma = \frac{A_1A_2}{AB} = \frac{f}{d},$$

до главной оптической оси  $\Gamma = \frac{A_1A_2}{AB} = \frac{f}{d}$ ,  
 $h = 20$  см, длина отрезка  $AB$  равна  $L =$  \_\_\_\_\_  
откуда имеем:

$$A_1A_2 = \frac{hf}{d} = \frac{0,2 \cdot 0,6}{0,3} = 0,4 \text{ (м)}.$$

Аналогично для точки  $B$  получим:

$$B_1B_2 = \frac{hf}{d} = \frac{0,2 \cdot 0,33}{0,5} \approx 0,13 \text{ (м)}.$$

Отрезок  $A_1C = A_1A_2 - B_1B_2 = 0,4 - 0,13 = 0,27 \text{ (м)}$ .

Искомую длину отрезка  $A_1B_1$  найдем по теореме Пифагора:

$$A_1B_1 = \sqrt{A_2B_2^2 - A_1C^2}$$

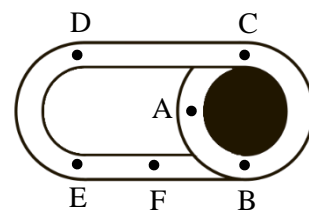
$$A_1B_1 = \sqrt{0,27^2 + 0,27^2}$$

$$A_1B_1 \approx 0,38 \text{ (м)} = 38 \text{ (см)}.$$

Ответ: 38 см.

Содержание критерия	Баллы
Верно выполнено построение изображения отрезка $AB$	2
Оценка длины отрезка $A_1B_1$ : выполнена по рисунку в масштабе ИЛИ	1 ИЛИ
аналитические получено значение длины отрезка $A_1B_1$ (по увеличению и формуле тонкой линзы)	2
Максимальный балл	4

5 Для соревнований по робототехнике в школе «Поколение» построили трассу  $ABCDEF$ , изображенную на рисунке. Радиус закругленных участков трассы  $R = 3 \text{ м}$ , длина прямолинейного участка  $EF = 3 \text{ м}$ ,  $DC = 6 \text{ м}$ .



- С большим отрывом в заезде победил болид команды «Призма». После старта на участке  $AC$  машина победителей за каждые  $0,2 \text{ с}$  движения увеличивала скорость на  $3 \text{ см/с}$ . Определите скорость машины в точке  $C$ .
- Тестовые испытания перед стартом показали, что максимальное ускорение, которое могут обеспечить покрытие трассы и шины автомобиля, равно  $a_m = 2 \text{ м/с}^2$ . Определите, с какой максимальной скоростью машина победителей могла двигаться на участке  $DE$ ?
- Определите минимальное время движения лидера гонки на участке  $EF$ , если известно, что шины не проскальзывали по покрытию трассы.

**Решение.**

1. Определим ускорение движения на участке  $AC$ :

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{0,03 \text{ м/с}}{0,2 \text{ с}} = 0,15 \text{ м/с}^2.$$

Из формулы  $V^2 - V_0^2 = 2as$  с учетом, что начальная скорость равна 0, определим:  $V_c = \sqrt{2as}$ , где  $s = \frac{3}{4}2\pi R = 1,5\pi R$ .

В итоге получим:

$$V_c = \sqrt{3\pi Ra} = \sqrt{3 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 0,15} \approx 2,1 \text{ м/с}.$$

2. Максимальная скорость на участке  $DE$  связана предельным ускорением движения машины. Считая его центростремительным получим  $a_m = \frac{V_m^2}{R}$ , откуда:

$$V_m = \sqrt{a_m R} = \sqrt{2 \cdot 3} \approx 2,4 \text{ м/с}.$$

3. В точке  $E$  болид может двигаться с максимальной скоростью 2,4 м/с, а на участке  $EF$  с максимальным ускорением 2 м/с<sup>2</sup>. Определим скорость машины на финише (в точке  $F$ ):  $V_F = \sqrt{V_E^2 + 2as_{EF}}$ .

В итоге получим:

$$t_{EF} = \frac{V_F - V_E}{a_m} = \frac{\sqrt{2,4^2 + 2 \cdot 2 \cdot 3} - 2,4}{2} \approx 0,7 \text{ с}.$$

**Ответ:** 2,1 м/с, 2,4 м/с, 0,7 с.

Содержание критерия	Баллы
Верно определена скорость $V_c$	1
Верно определена максимальной скоростью машина победителей на участке $DE$	1
Верно определено минимальное время движения лидера гонки на участке $EF$	1
<b>Максимальный балл</b>	<b>3</b>