

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ПО ФИЗИКЕ. 2021–2022 уч. г.  
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 9 класс

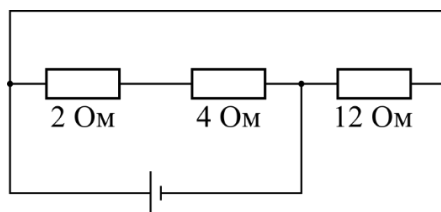
**Критерии и ответы**

**Тестовые задания**

1. Материальная точка двигалась вдоль прямой в одном направлении. Точка прошла  $1/3$  пути со скоростью  $10$  м/с, а оставшийся путь – со скоростью  $5$  м/с. Найдите среднюю скорость точки на всём пути.

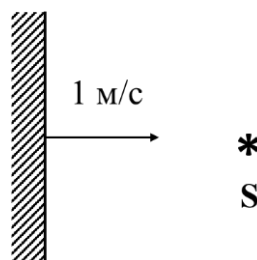
- 1)  $4$  м/с
- 2)  $6$  м/с
- 3)  $6,7$  м/с
- 4)  $7,5$  м/с
- 5)  $12$  м/с

2. Три резистора соединили в электрическую цепь, схема которой показана на рисунке, и подключили к идеальному источнику постоянного напряжения. Определите общее сопротивление этой цепи.



- 1)  $1$  Ом
- 2)  $1,2$  Ом
- 3)  $4$  Ом
- 4)  $6$  Ом
- 5)  $18$  Ом

3. Зеркало движется к точечному источнику света  $S$  со скоростью  $1$  м/с относительно лабораторной системы отсчёта (см. рисунок). Расстояние между источником и его изображением в зеркале уменьшается со скоростью  $2$  м/с. С какой скоростью и в каком направлении движется источник  $S$  относительно лабораторной системы отсчёта?



- 1) Источник покоится.
- 2) со скоростью  $1$  м/с от зеркала
- 3) со скоростью  $1$  м/с к зеркалу
- 4) со скоростью  $0,5$  м/с от зеркала

5) со скоростью 2 м/с к зеркалу

4. В пустую симметричную вертикальную U-образную трубку наливают ртуть. Затем в правое колено трубки аккуратно наливают керосин, высота столба которого оказывается равной 62,5 см. Найдите массу воды, которую необходимо добавить в левое колено, чтобы уровень ртути вернулся в первоначальное положение. Площадь поперечного сечения трубки  $15 \text{ см}^2$ , плотность керосина  $800 \text{ кг/м}^3$ .

- 1) 75 г (должно быть 750 г)
- 2) 150 г
- 3) 15 г
- 4) 45 г
- 5) 125 г

*Зачтено всем участникам.*

5. В чайник налили 2 л воды при комнатной температуре и поставили его на электрическую плиту. Когда через 10 мин вода закипела, в чайник добавили ещё некоторое количество такой же воды. После этого вода вновь закипела через 5 мин. Какой объём воды добавили в чайник? Мощность электрической плиты постоянна, теплопотерями можно пренебречь.

- 1) 2 л
- 2) 4 л
- 3) 1 л
- 4) 3 л

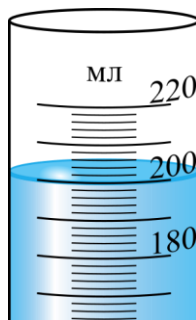
**Ответы:**

№ задания	1	2	3	4	5
Ответ	2	3	1	1	3
Балл	2 балла	2 балла	2 балла	2 балла	2 балла

### Задания с кратким ответом

#### Задачи 6-10

Вода при температуре  $7\text{ }^{\circ}\text{C}$  находится в измерительном цилиндре, как показано на рисунке.



6) Пользуясь рисунком, определите цену деления измерительного цилиндра. Ответ приведите в кубических сантиметрах, округлив до целого числа. **(1 балл)**

7) Определите массу воды, находящейся в измерительном цилиндре. Ответ приведите в граммах, округлив до целого числа. Плотность воды  $1000\text{ кг/м}^3$ . **(1 балл)**

8) В цилиндр поместили льдинку массой  $10\text{ г}$ , взятую при температуре её плавления. Какая температура установится в цилиндре через продолжительное время? Ответ дайте в градусах Цельсия, округлив до целого числа. Удельная теплоёмкость воды  $4200\text{ Дж/(кг}\cdot^{\circ}\text{C)}$ , удельная теплоёмкость льда  $2100\text{ Дж/(кг}\cdot^{\circ}\text{C)}$ , удельная теплота плавления льда  $340\text{ кДж/кг}$ . Теплообменом с окружающей средой можно пренебречь. **(3 балла)**

9) Затем в цилиндр поместили вторую льдинку, также имеющую массу  $10\text{ г}$  и взятую при температуре её плавления. Какая температура установится в цилиндре через продолжительное время? Ответ дайте в градусах Цельсия, округлив до целого числа. Теплообменом с окружающей средой можно пренебречь. **(3 балла)**

10) Каким будет уровень воды в измерительном цилиндре через продолжительное время после помещения туда второй льдинки? Ответ дайте в миллилитрах, округлив до целого числа. Плотность льда  $900\text{ кг/м}^3$ . Пока льдинки плавали, они не касались дна или стенок сосуда. **(2 балла)**

**Решение:**

6) Вычислим цену деления из рисунка:  $n = \frac{220-200}{10} = 2\text{ см}^3$ .

7) Найдём массу воды в цилиндре:

$$m = \rho V = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 200 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 0,2\text{ кг} = 200\text{ г}$$

8) Через продолжительное время в цилиндре может находиться вода либо вода со льдом. Вычислим количество теплоты, которое может отдать вода при охлаждении до нуля:

$$Q_1 = c_v m_1 (t - 0^\circ) = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot 0,2 \text{ кг} \cdot 7^\circ\text{C} = 5880 \text{ Дж.}$$

Найдём количество теплоты, необходимое для плавления льдинки:

$$Q_2 = \lambda m_2 = 340000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0,01 \text{ кг} = 3400 \text{ Дж.}$$

Так как  $Q_1 > Q_2$ , льдинка растает полностью.

Тогда уравнение теплового баланса выглядит следующим образом:

$$c_v m_1 (t - t_k) = \lambda m_2 + c_v m_2 (t_k - 0)$$

Решив данное уравнение и округлив до целых,  $t_k = 3^\circ\text{C}$

9) Посчитаем количество теплоты, необходимое для плавления двух льдинок:

$$Q_3 = 2Q_2 = 6800 \text{ Дж.}$$

$Q_3 > Q_1$ , значит, в сосуде окажется смесь льда и воды при  $0^\circ\text{C}$

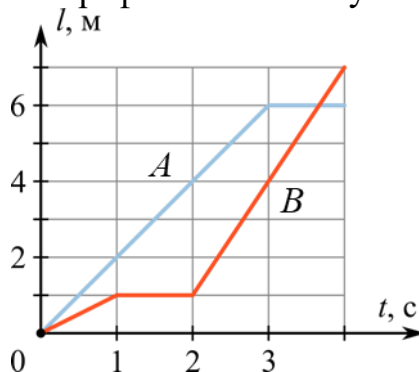
10) Заметим, что при опускании льда в воду, объём погружённой части равен объёму воды, который занимает лёд после плавления. Значит, после добавления льдинок, уровень воды окажется равным 220 мл.

<b>Ответ:</b>	<b>6)</b>	<b>7)</b>	<b>8)</b>	<b>9)</b>	<b>10)</b>
	2	200	3	0	220

**Максимум за задачу 10 баллов.**

### Задачи 11-14

Два точечных тела  $A$  и  $B$  находятся на расстоянии 10 м друг от друга. Затем они одновременно начинают двигаться навстречу друг другу вдоль соединяющей их прямой. Зависимости путей, пройденных этими телами, от времени приведены на рисунке (синий график соответствует телу  $A$ , красный – телу  $B$ ).



11) Каким было расстояние между телами через одну секунду после старта?

Ответ дайте в метрах, округлив до целого числа. **(1 балл)**

12) В какой момент времени эти тела встретились? Ответ дайте в секундах, округлив до целого числа. **(2 балла)**

13) Каким было расстояние между телами за одну секунду до их встречи? Ответ дайте в метрах, округлив до целого числа. **(2 балла)**

14) На каком расстоянии от начального положения тела  $A$  произошла встреча? Ответ дайте в метрах, округлив до целого числа. (2 балла)

**Решение:**

11) Если начальное расстояние между телами было равно 10 м, а тела движутся навстречу друг другу, то через секунду одно из них прошло 2 м, а другое – 1 м. Следовательно, расстояние между ними 7 м.

12) Тела встретятся в тот момент, когда впервые суммарное пройденное телами расстояние составит 10 м. Это произойдёт через 3 с после старта.

13) За секунду до встречи тела суммарно прошли 5 м, следовательно, расстояние между ними составляет  $10 \text{ м} - 5 \text{ м} = 5 \text{ м}$ .

14) Так как тело  $A$  к моменту встречи прошло 6 м, то встреча произошла на расстоянии 6 м.

Ответ:

<b>11)</b>	<b>12)</b>	<b>13)</b>	<b>14)</b>
7	3	5	6

*Максимум за задачу 7 баллов.*

### Задачи 15-18

Лампу накаливания подключили к идеальному источнику постоянного напряжения 220 В. При этом в лампе выделялась мощность 60 Вт. Затем две таких лампы соединили последовательно и подключили к тому же источнику. При этом в каждой лампе выделялась мощность 22 Вт.

15) Зависит ли сопротивление данной лампы от силы протекающего через неё электрического тока? (2 балла)

16) Найдите силу тока, протекавшего через источник, когда к нему была подключена только одна лампа. Ответ дайте в миллиамперах, округлив до целого числа. (2 балла)

17) Найдите силу тока, протекавшего через источник, когда к нему были подключены две последовательно соединённые лампы. Ответ дайте в миллиамперах, округлив до целого числа. (2 балла)

18) Две таких же лампы соединили параллельно и подключили к тому же источнику. Найдите суммарную мощность, выделяющуюся в лампах. Ответ дайте в ваттах, округлив до целого числа. (2 балла)

**Решение:**

15) Если бы сопротивление лампы было постоянным, то при последовательном соединении ламп сопротивление цепи возросло бы в 2 раза, сила тока в ней уменьшилась бы в 2 раза, и выделяющаяся в каждой лампе мощность уменьшилась бы в 4 раза, т.е. составила бы 15 Вт, а не 22 Вт.

Следовательно, сопротивление лампы изменяется при изменении силы протекающего через неё тока.

$$16) P = IU \Rightarrow I = \frac{P}{U} \approx 273 \text{ мА.}$$

$$17) \text{ Аналогично, } 2P = IU \Rightarrow I = \frac{2P}{U} = 200 \text{ мА.}$$

18) При параллельном подключении ламп напряжение на каждой из них будет равно 220 В, значит, как и в первом случае, в каждой выделяется мощность 60 Вт. Тогда суммарная мощность равна 120 Вт.

<b>Ответ:</b>	<b>15)</b>	<b>16)</b>	<b>17)</b>	<b>18)</b>
	зависит	273	200	120

*Максимум за задачу 8 баллов.*

### Задачи 19-20

Кусок льда, имеющий форму кубика с длиной ребра 6 см, плавает в сосуде с водой, не касаясь дна. Плотность воды 1000 кг/м<sup>3</sup>, плотность льда 900 кг/м<sup>3</sup>.

19) Определите объём льда, не погружённого в воду. Ответ выразите в см<sup>3</sup>, округлив до десятых долей. **(4 балла)**

20) Сверху в сосуд аккуратно доливают бензин таким образом, чтобы его уровень доходил до верхней грани этого кубика. Перемешивания жидкостей не происходит. Слой бензина какой высоты при этом окажется в сосуде? Плотность бензина 700 кг/м<sup>3</sup>. Ответ выразите в см, округлив до целого числа. **(6 баллов)**

**Решение:**

19) Запишем условие плавания куба объёмом  $V = 6^3 = 216 \text{ см}^3$  в первом случае:

$$F_A = mg, \text{ где } F_A = V_{\text{погр}} \cdot \rho_{\text{в}} \cdot g,$$

$$V_{\text{погр}} \cdot \rho_{\text{в}} \cdot g = \rho_{\text{л}} V g \Rightarrow V_{\text{погр}} = \frac{\rho_{\text{л}} V}{\rho_{\text{в}}},$$

$$V - V_{\text{погр}} = V - \frac{\rho_{\text{л}} V}{\rho_{\text{в}}} = 21,6 \text{ см}^3.$$

20) Для второго случая также можно записать условие плавания тела:

$$\begin{cases} \rho_{\text{л}} g H S = \rho_{\text{в}} g h_1 S + \rho_{\text{б}} g h_2 S, \\ h_1 + h_2 = H. \end{cases}$$

Здесь  $h_1$  – высота части куба, погружённой в воду,  $h_2$  – высота части, погружённой в бензин.

$$\text{Решая систему, получим: } h_2 = \frac{\rho_{\text{л}} - \rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{б}} - \rho_{\text{в}}} H = 2 \text{ см.}$$

Ответ:

19)	20)
21,6	2

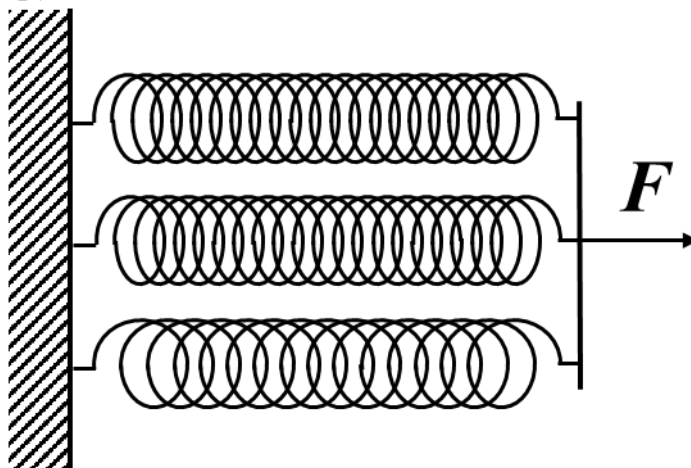
Максимум за задачу 10 баллов.

### Задачи 21-22

Три пружины длиной 10 см каждая соединили параллельно. Жёсткости пружин равны 100 Н/м, 100 Н/м и 200 Н/м соответственно.

21) Определите жёсткость такой системы пружин. Ответ выразите в Н/м, округлив до целого числа. (5 баллов)

22) Чему будет равно удлинение каждой из пружин, если их левые концы закрепить, а к правым концам прикладывать силу 10 Н? Ответ выразите в сантиметрах, округлив до десятых долей. (5 баллов)



Решение:

21) При параллельном соединении удлинения пружин одинаковы  $\Delta x = \Delta x_1 = \Delta x_2 = \Delta x_3$ , а силы складываются  $F = F_1 + F_2 + F_3$ , значит, жёсткость системы:  $k_{\text{общ}} = \frac{F}{\Delta x} = \frac{F_1 + F_2 + F_3}{\Delta x} = k_1 + k_2 + k_3 = 400 \text{ Н/м}$ .

22) Найдём удлинение пружин:  $x = \frac{F}{k_{\text{общ}}} = 0,025 \text{ м} = 2,5 \text{ см}$

Ответ:

21)	22)
400	2,5

Максимум за задачу 10 баллов.

**Всего за работу – 55 баллов.**