

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

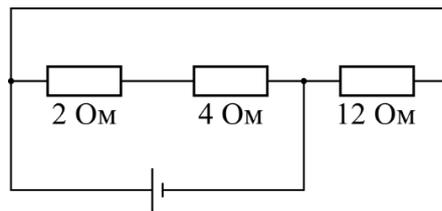
Критерии и ответы

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.

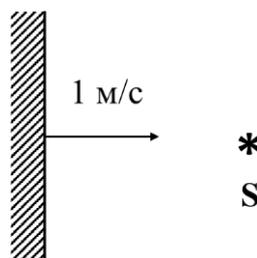
- 1) 4 м/с
- 2) 6 м/с
- 3) $6,7$ м/с
- 4) $7,5$ м/с
- 5) 12 м/с

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 см^2 , плотность керосина 800 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

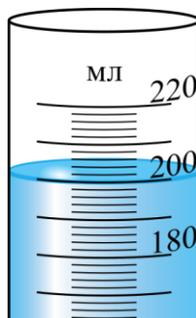
Ответы:

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

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 кг/м^3 . **(1 балл)**

8) В цилиндр поместили льдинку массой 10 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 кДж/кг . Теплообменом с окружающей средой можно пренебречь. **(3 балла)**

9) Затем в цилиндр поместили вторую льдинку, также имеющую массу 10 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 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°C

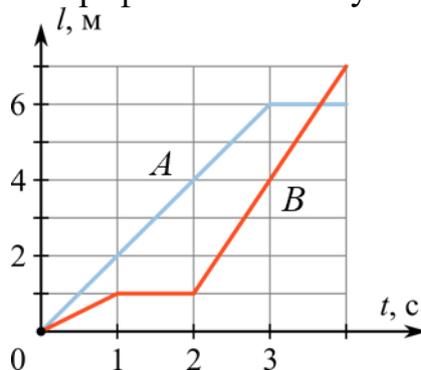
10) Заметим, что при опускании льда в воду, объём погружённой части равен объёму воды, который занимает лёд после плавления. Значит, после добавления льдинок, уровень воды окажется равным 220 мл.

Ответ:	6)	7)	8)	9)	10)
	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:

11)	12)	13)	14)
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.

Ответ:	15)	16)	17)	18)
	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/м³, плотность льда 900 кг/м³.

19) Определите объём льда, не погружённого в воду. Ответ выразите в см³, 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/м³. 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

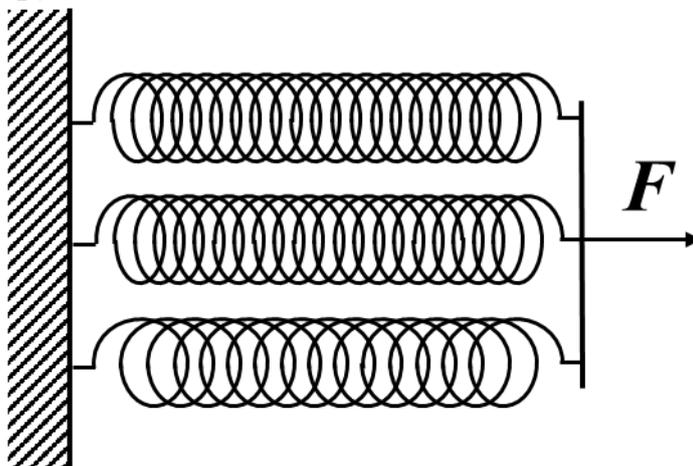
Максимум за задачу 10 баллов.

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.