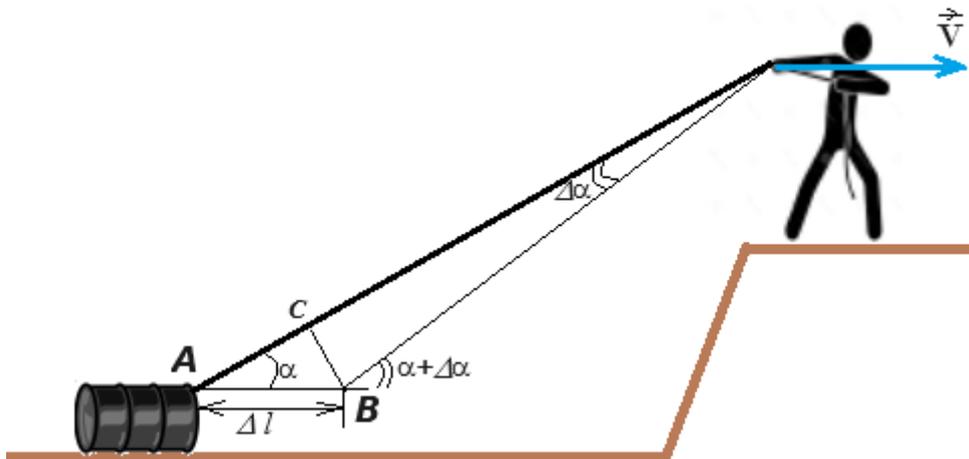


Материалы для членов жюри (ключи, критерии оценивания)

Время выполнения заданий –230 минут

Максимальное количество баллов –50

Задача 1 (10 баллов). Ученик 9 класса с помощью сильного магнита на веревке, стоя на берегу, очищал дно реки от металлического мусора. Захватив магнитом очередную железяку, ученик стал тянуть веревку в горизонтальном направлении со скоростью $V=1$ м/с, оставаясь при этом на месте. Считая дно горизонтальным, определите скорость железяки, скользящей по дну в тот момент, когда веревка составляла с горизонтальным дном угол $\alpha = 60^\circ$.



Пусть, скорость железяки U .

За один и тот же малый промежуток времени Δt железяка перемещается на $AB=\Delta l$, а шнур выбирают на длину $AC=\Delta l \cos \alpha$. (угол $\angle BCA$ можно считать прямым из-за малости $\Delta \alpha$).

(3 балла)

Поэтому можно написать

$$\frac{\Delta l}{U} = \frac{\Delta l \cos \alpha}{V}$$

(3 балла)

Откуда $U = \frac{v}{\cos\alpha}$

(2 балла)

То есть, скорость выбирания веревки равна проекции скорости железяки на направление веревки.

$$U = \frac{1}{\cos 60} = 2 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

(2 балла)

Критерии оценивания:

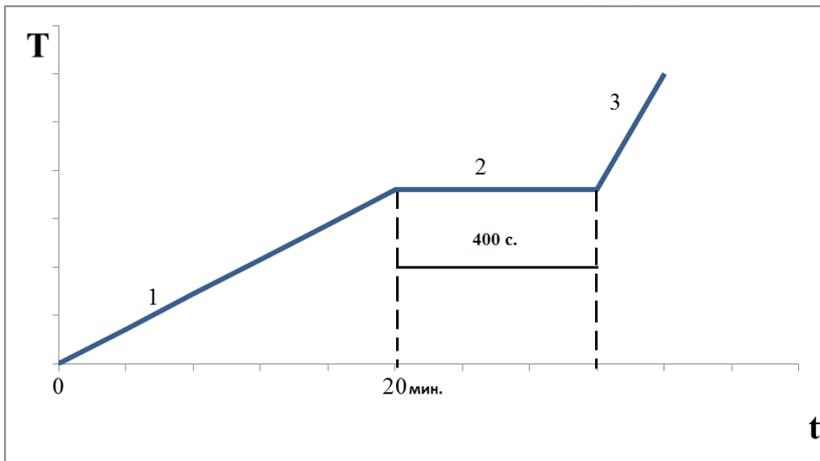
№	Критерий оценивания	Балл
1	Установлена взаимосвязь движения веревки и железяки с учетом малости промежутка времени	3
2	Установлена взаимосвязь скорости движения веревки и железяки с учетом равенства времени их движения	3
3	Получена формула расчета скорости движения железяки	2
4	Получено численное значение скорости железяки	2

Задача 2 (10 баллов). Ученик девятого класса одолжил у Капитана Америка щит из вибраниума для научных исследований. Поместив щит в калориметр и подключив нагревательный элемент мощностью 3кВт ученик зафиксировал следующую зависимость температуры от времени.

T, °C	0	360	720	1080	1440	1800
t, мин	0	4	8	12	16	20

Затем в течении шести минут и сорока секунд температура оставалась постоянной, а потом снова стала расти. Опишите процессы, происходившие с материалом. Зная, что удельная теплота плавления вибраниума 240 кДж/кг, вычислите массу щита Капитана Америка и удельную теплоемкость вибраниума. Потерями теплоты и теплоемкостью калориметра пренебречь.

Решение



(0,5 балла за зависимость)

- 1 – нагревание твёрдого вибраниума (0,5 балла)
2 – плавление (0,5 балла)
3 – нагревание жидкости (0,5 балла)

Для 2-го участка:

$$\begin{cases} Q_{\text{пл}} = m\lambda \\ Q_{\text{пл}} = Nt_{\text{пл}} \end{cases}$$

(2 балла: по 1 баллу за уравнение)

$$m\lambda = Nt_{\text{пл}}$$

$$m = \frac{Nt_{\text{пл}}}{\lambda}$$

(1 балл за итоговую формулу)

$$m = \frac{Nt_{\text{пл}}}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 10^2}{240 \cdot 10^3} = 5 \text{ кг.}$$

(1 балл за численный результат)

Для 1-го участка:

$$\begin{cases} Q_{\text{нагр}} = mc(T_{\text{к}} - T_{\text{н}}) \\ Q_{\text{нагр}} = Nt_{\text{нагр}} \end{cases}$$

(1 балл)

$$c = \frac{Nt_{\text{нагр}}}{m(T_{\text{к}} - T_{\text{н}})}$$

(1 балл)

$$c = \frac{Nt_{\text{нагр}}}{m(T_{\text{к}} - T_{\text{н}})} = \frac{3 \cdot 10^3 \cdot 20 \cdot 60}{5 \cdot 1800} = 400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

(2 балла за численный результат)

Ответ: $m=5$ кг, $c=400$ Дж/(кг*К)

Критерии оценивания:

№	Критерий оценивания	Балл
1	Построена зависимость температуры от времени Показаны процессы нагревания вибраниума	2
2	Получена система уравнений для процесса плавления	2
3	Получена формула расчета массы шита	1

4	Получено численное значение массы щита	1
5	Получена система уравнений для процесса нагревания	1
6	Получена формула расчета удельной теплоемкости	1
7	Получено численное значение удельной теплоемкости	2

Задача 3 (10 баллов). Ученик девятого класса одолжил у Саурана кольцо всевластия для научных исследований. Измерения показали, что кольцо сделано из проволоки с сопротивлением 64 Ом. Как нужно подсоединить к кольцу провода, чтобы его сопротивление стало 12 Ом?

Решение

Два участка кольца представляют собой параллельно соединённые проводники. **(1 балл)**

Пусть длина кольца l , а длины участков кольца (между точками подключения) x и $l - x$.

Сопротивления ветвей цепи равны $\frac{R_0 x}{l}$ и $\frac{R_0(l-x)}{l}$. **(1 балл)**

Из соотношения

$$R = \frac{\frac{R_0 x}{l} \cdot \frac{R_0(l-x)}{l}}{\frac{R_0 x}{l} + \frac{R_0(l-x)}{l}} = R_0 \frac{x(l-x)}{l^2}$$

(2 балла)

получаем $\frac{x}{l} = 0,5 \pm \sqrt{0,25 - \frac{R}{R_0}}$. **(2 балла)**

Заметим, что решения x_1 и x_2 удовлетворяют условию $x_1 + x_2 = l$, т. е. фактически мы получили не два разных решения, а одно. **(1 балл)**

Подставляя численные значения R и R_0 , получаем

$$\frac{x}{l} = 0,5 \pm \sqrt{0,25 - \frac{12}{64}} = 0,5 \pm 0,25$$

$\frac{x_1}{l} = 0,25, \frac{x_2}{l} = 0,75$. **(2 балла)**

Значит, точки подключения должны разделить кольцо в отношении 1:3. **(1 балл)**

Критерии оценивания:

№	Критерий оценивания	Балл
1	Дано пояснение на вид соединения элементов кольца	1
2	Показаны значения сопротивления элементов кольца	1
3	Получена формула общего сопротивления	2
4	Получена формула расчета сопротивлений сегментов кольца	2
5	Показано наличие лишь одного решения	1
6	Получены численные значения сопротивлений сегментов кольца	2
7	Установлена пропорция сегментов кольца	1

Задача 4 (10 баллов). Ученик девятого класса одолжил у Волан-де-Морта оптическую систему из двух зеркал Еиналеж, расположенных под прямым углом друг к другу. Сколько собственных отражений увидит ученик если расстояние от него до первого зеркала в два раза больше, чем до второго? Сколько он увидит изображений если расстояние станет в пять раз больше? При построении считать ученика материальной точкой.

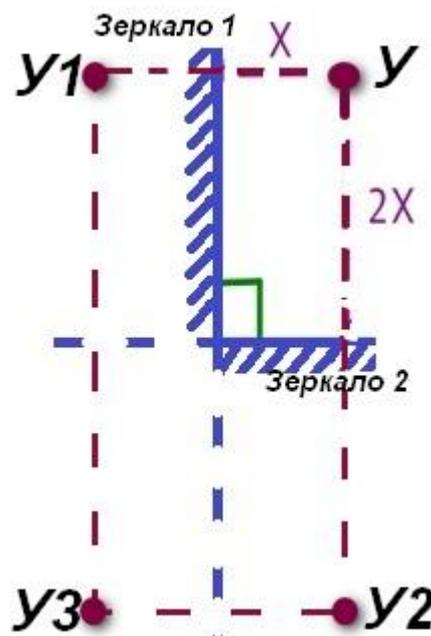
Решение

Два изображения U_1 и U_2 расположены симметрично точке U относительно зеркал 1 и 2. Эти мнимые изображения образованы лучами, отразившимися от одного из зеркал.

(2 балла)

Но часть лучей, отразившись сначала от зеркала 1, отражается затем в и от зеркала 2. После первого отражения пучок этих лучей как бы «исходит» из точки U_1 (в этой точке пересекаются их продолжения). Значит, после второго отражения появится еще мнимое изображение U_3 точки U_1 в зеркале 2.

(3 балла)



Изображение точки У2 в зеркале 1 тоже попадет в точку У3.

(1 балл)

Более двух отражений не испытывает не один луч. Следовательно, других изображений нет. Это видно из того, что точка У3 уже не может отразиться от какого-либо зеркала: для обоих зеркал она находится в «зазеркалье».

(2 балла)

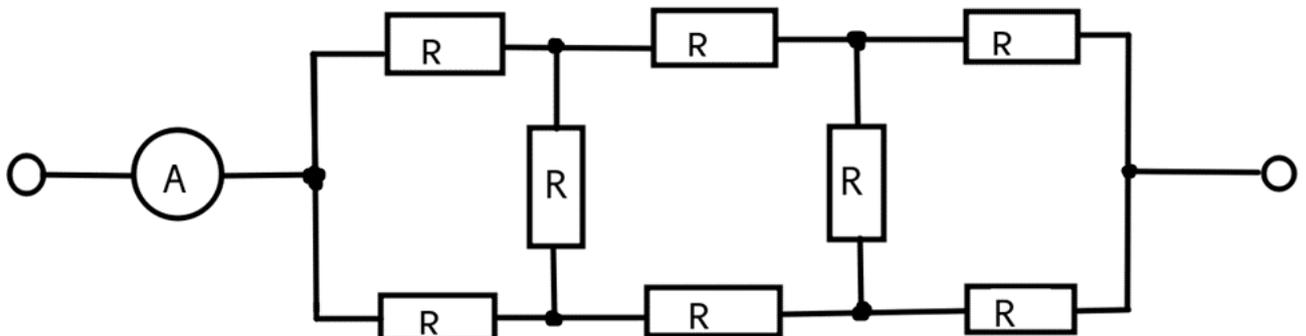
Изменение расстояний ни на что не влияет.

(2 балла)

Критерии оценивания:

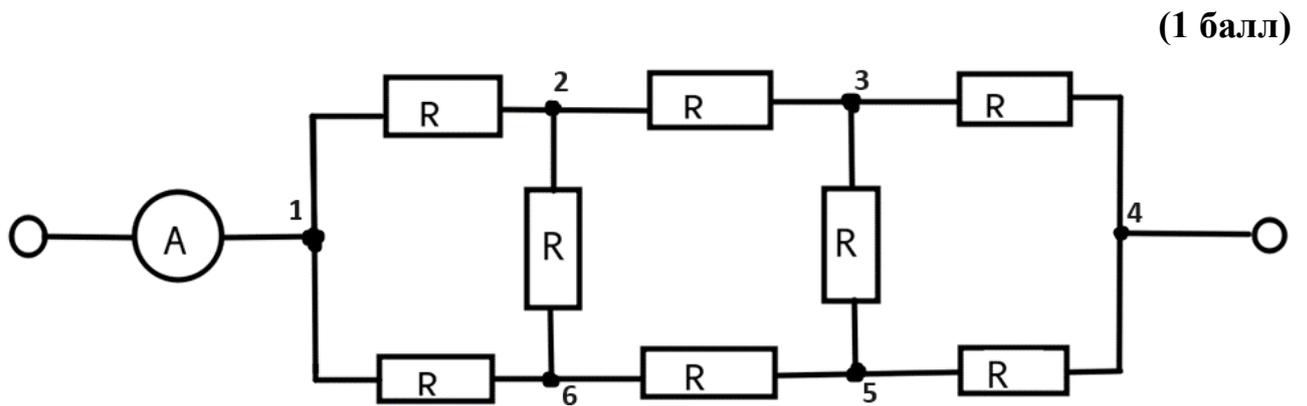
№	Критерий оценивания	Балл
1	Правильно сделан чертеж. Указаны точки У1 и У2	2
2	Правильно сделан чертеж. Указаны точка У3, дано полное объяснение ее появления	3
3	Показана симметрия построения точки У3 относительно любого зеркала	1
4	Дано пояснение отсутствия других точек	2
5	Дано пояснение неизменности картины при изменении расстояний	2

Задача 5 (10 баллов). Ученик девятого класса одолжил у Железного Человека универсальный предохранитель, представляющий собой систему из одинаковых резисторов с сопротивлением $R=1$ Ом. Определите ток через амперметр, если напряжение между крайними точками предохранителя $U=1$ В.



Возможное решение

Будем считать амперметр «идеальным», а значит падением на нем можно пренебречь. Кроме того, амперметр соединен последовательно с участком с резисторами, а значит для определения показаний, необходимо найти ток через блок резисторов.



Следовательно, для расчета тока через амперметр необходимо воспользоваться законом Ома для участка цепи:

$$I = \frac{U_{14}}{R_{\text{общ}}}$$

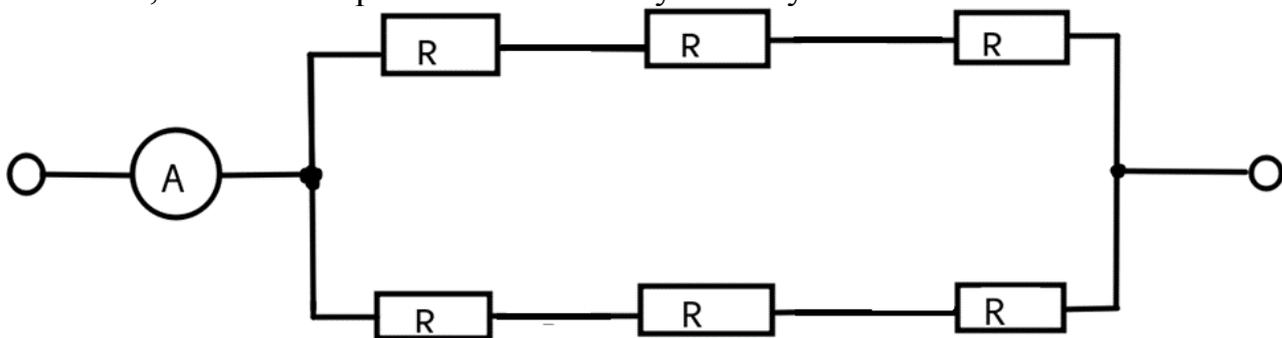
(1 балл)

Таким образом, решение задачи сводится к определению общего сопротивления резисторов.

Учитывая равенство сопротивления резисторов, а также симметричность схемы, получаем, что потенциалы точек 2 и 6 равны, а так же равны потенциалы точек 3 и 5. Следовательно ток через резисторы R_{26} и R_{35} не пойдет.

(2 балла)

А значит, можно построить эквивалентную схему:



(1 балл)

Сопротивления верхней и нижней ветках цепи равны по $3R$.

(1 балл)

Таким образом, общее сопротивление цепи:

$$R_{\text{общ}} = \frac{3R}{2}$$

(3 балл)

Следовательно, ток через амперметр:

$$I = \frac{U_{14} \cdot 2}{3R} = \frac{2}{3} \text{ (A)}$$

(2 балла)

Критерии оценивания:

№	Критерий оценивания	Балл
1	Показано, что ток через амперметр такой же, как и через блок сопротивления, а напряжение на резисторах равно общему	1
2	Записан закон Ома для участка цепи	1
3	Показаны точки равного потенциала	2
4	Имеется эквивалентная схема	1
5	Получена формула общего сопротивления	3
6	Получено значение тока через амперметр	2