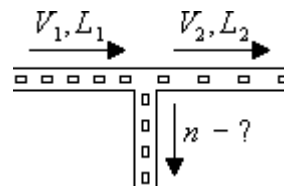


**Второй (муниципальный) этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра
2019-2020 учебный год
Задание для 9-ого класса**

1. Проезд T-образного перекрестка

Проезд T-образного перекрестка. У прямой главной дороги с односторонним движением есть T-образный перекресток с ответвлением. Автомобили до перекрестка едут колонной друг за другом со скоростью $V_1 = 36$ км/ч с дистанцией $L_1 = 10$ м между соседними, а после перекрестка - со скоростью $V_2 = 72$ км/ч с дистанцией $L_2 = 24$ м. Сколько автомобилей n в минуту сворачивает на ответвление от главной дороги?



Решение:

Время, через которое друг за другом подъезжают автомобили к перекрестку, равно $t_1 = L_1/V_1$, а время, через которое они отъезжают от перекрестка, равно $t_2 = L_2/V_2$. Число автомобилей, которые в единицу времени подъезжают к перекрестку и отъезжают от него, а также сворачивает на ответвление, соответственно равно

$$n_1 = 1/t_1 = V_1/L_1,$$

$$n_2 = 1/t_2 = V_2/L_2,$$

$$n = n_1 - n_2 = V_1/L_1 - V_2/L_2 =$$

$$= (600 \text{ м/мин})/(10 \text{ м}) - (1200 \text{ м/мин})/(24 \text{ м}) = 10 \text{ мин}^{-1}.$$

Здесь при получении числового значения учтено, что

$$V_1 = 36 \text{ км/ч} = 600 \text{ м/мин}, V_2 = 72 \text{ км/ч} = 1200 \text{ м/мин}.$$

$$\text{Ответ: } n = V_1/L_1 - V_2/L_2 = 10 \text{ мин}^{-1}.$$

Критерии оценивания:

Шаги выполнения задания	Число баллов
Выражение (или числовое значение) для t_1	1
Выражение (или числовое значение) для t_2	1
Выражение (или числовое значение) для n_1	2
Выражение (или числовое значение) для n_2	2
Выражение (или числовое значение) для n	3
Числовой ответ	1
Сумма баллов:	10

2. Из пункта А в пункт В

Из пункта А в пункт В по течению реки теплоход плывет $t_1 = 1$ ч, а бревно - $t_2 = 6$ ч. Сколько часов t теплоход затратит на обратный путь?

Решение:

Пусть L - расстояние между пунктами, V_T и V_p - скорость теплохода в стоячей воде и скорость течения реки соответственно. Тогда с учетом того, что скорость теплохода в зависимости от направления движения увеличивается или уменьшается на V_p , можем записать:

$$V_T + V_p = L/t_1,$$

$$V_T - V_p = L/t_2.$$

Из этих двух уравнений после вычитания из одного другого исключается V_T и после подстановки $V_p = L/t_2$ получаем:

$$2V_p = 2L/t_2 = L/t_1 - L/t_2,$$

$$1/t = 1/t_1 - 2/t_2,$$

$$t = t_1 t_2 / (t_2 - 2t_1) = 1,5 \text{ ч}.$$

$$\text{Ответ: } t = t_1 t_2 / (t_2 - 2t_1) = 1,5 \text{ ч}.$$

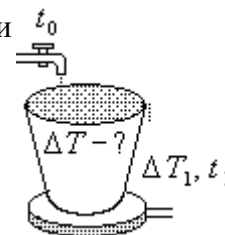
**Второй (муниципальный) этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра
2019-2020 учебный год**

Критерии оценивания:

Шаги выполнения задания	Число баллов
Введение расстояния между пунктами L и скоростей V_T и V_P	1
Запись 1-ого уравнения	2
Запись 2-ого уравнения	2
Запись 3-его уравнения	2
Решение для t	2
Правильный числовой ответ	1
Сумма баллов:	10

3. Нагревание воды

Нагревание воды. В лаборатории на электрическую плитку поставили сосуд и стали сверху из водопроводного крана наполнять водой, а непрерывно через край выливающуюся нагретую воду использовать для своих нужд. На сколько градусов ΔT выливающаяся вода будет иметь большую температуру, чем в кране? Известно, что сосуд полностью наполняется за время $t_0 = 10$ с, а на плитке полностью наполненный сосуд нагревается на $\Delta T_1 = 40$ °С за время $t_1 = 50$ с. Считайте, что передачей тепла окружающей среде, а также теплоемкостью сосуда можно пренебречь, вода выливается в сосуд спокойно и в нем перемешивается.



Решение:

Пусть m_0 - масса воды в полном сосуде, Q - ежесекундное количество тепла, передаваемое от плитки воде. Тогда ежесекундно из крана выливается масса воды m_0/t_0 , а за время t - массы воды

$$m = (m_0/t_0)t = m_0 t/t_0,$$

которая и будет выливаться из сосуда с измененной на ΔT температурой. Далее еще введем удельную теплоемкость воды c и запишем уравнения теплового баланса:

$$Q t_1 = c m_0 \Delta T_1,$$

$$Q t = c m \Delta T = c (m_0 t/t_0) \Delta T = c m_0 t \Delta T/t_0.$$

Из системы последних двух уравнений после исключения Q получаем:

$$Q = c m_0 \Delta T_1/t_1 = c m_0 \Delta T/t_0,$$

$$\Delta T = t_0 \Delta T_1/t_1 = 8 \text{ °С}.$$

Ответ: $\Delta T = t_0 \Delta T_1/t_1 = 8 \text{ °С}.$

Критерии оценивания:

Шаги выполнения задания	Число баллов
Запись 1-ого уравнения	2
Запись 2-ого уравнения	2
Запись 3-его уравнения	3
Решение системы уравнений	2
Правильный числовой ответ	1
Сумма баллов:	10

4. Чайник на плитке

Чайник на плитке. Чайник с водой ставят на электрическую плитку, имеющую две спирали. При включении одной из них вода в чайнике закипает за $t_1 = 3$ мин, а при включении другой - за $t_2 = 6$ мин. За какое время закипит вода в чайнике, если обе спирали

**Второй (муниципальный) этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра
2019-2020 учебный год**

включить

- а) параллельно,
б) последовательно?

Считайте, что масса и температура воды перед нагреванием во всех случаях одинакова, теплоотдачей окружающей среде, испарением воды, а также зависимостью электрического сопротивления спиралей от температуры можно пренебречь.

Решение:

Пусть U - напряжение сети, R - общее электрическое сопротивление спиралей. Тогда в соответствии с законом Джоуля-Ленца мощность равна

$$N = U^2/R.$$

Если количество теплоты, необходимое для нагрева воды до температуры кипения, равно Q , то уравнение теплового баланса позволяет найти время нагрева:

$$Q = Nt = (U^2/R)t,$$

$$t = (Q/U^2)R.$$

Важно, что последнее уравнение показывает, что время нагрева прямо пропорционально электрическому сопротивлению.

Далее после введения сопротивления спиралей R_1 и R_2 учтем, что при их параллельном и последовательном соединении общее сопротивление соответственно равно

$$R_{\text{пар}} = R_1 R_2 / (R_1 + R_2),$$

$$R_{\text{пос}} = R_1 + R_2.$$

С учетом выражений для этих сопротивлений и того, что время нагрева прямо пропорционально электрическому сопротивлению окончательно можем записать:

$$t_{\text{пар}} = t_1 t_2 / (t_1 + t_2) = 2 \text{ мин},$$

$$t_{\text{пос}} = t_1 + t_2 = 9 \text{ мин}.$$

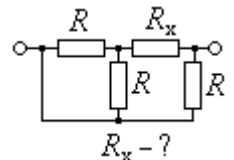
Ответ: а) $t_{\text{пар}} = t_1 t_2 / (t_1 + t_2) = 2$ мин; б) $t_{\text{пос}} = t_1 + t_2 = 9$ мин.

Критерии оценивания:

Шаги выполнения задания	Число баллов
Использование закона Джоуля-Ленца	1
Получение зависимости: t прямо пропорционально R	3
Запись $R_{\text{пар}} = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$	1
Запись $R_{\text{пос}} = R_1 + R_2$	1
Получение $t_{\text{пар}} = t_1 t_2 / (t_1 + t_2) = 2$ мин	2
Получение $t_{\text{пос}} = t_1 + t_2 = 9$ мин	2
Сумма баллов:	10

5. Неизвестное сопротивление

Неизвестное сопротивление. В показанной на рисунке электрической схеме сопротивление трех резисторов одинаково и равно $R = 15$ Ом. Чему равно электрическое сопротивление неизвестного резистора R_x , если оказывается, что общее сопротивление схемы в точности равно этому неизвестному сопротивлению R_x ?



а) *Решение:*

Электрическая схема перерисовывается сначала к виду (а), а затем с учетом того, что сопротивление двух одинаковых параллельных резисторов имеет вдвое меньшее сопротивление, - к виду (б).

б) С учетом этого для схемы (б) найдем электрическое сопротивление и приравняем его, как это следует по условию задачи, значению R_x :

$$(R/2 + R_x)R / [(R/2 + R_x) + R] = R_x.$$

Последнее уравнение после преобразования приводится к следующему

**Второй (муниципальный) этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра
2019-2020 учебный год**

квадратному уравнению:

$$(2R_x^2 + RR_x - R^2)/(2R_x + 3R) = 0,$$

$$2R_x^2 + RR_x - R^2 = 0,$$

которое имеет подходящее решение

$$R_x = R/2 = 7,5 \text{ Ом.}$$

Ответ: $R_x = R/2 = 7,5 \text{ Ом.}$

Критерии оценивания:

Шаги выполнения задания	Число баллов
Преобразование схем (можно неявно без вырисовывания), где параллельное и последовательное соединение	2
Получение выражения для общего сопротивления схемы	4
Составление первого уравнения	2
Его решение	2
Сумма баллов:	10