

9 класс

Критерии оценивания и возможное решение

1. Восьмиклассник Дима и пятиклассник Сергей решили соревноваться в беге. Дима дал Сергею фору в расстоянии $S=300\text{м}$. За время, за которое Дима пробегает $S_2=125\text{м}$, Сергей пробегает S_1 на 25 м меньше. На каком расстоянии L от места старта Дима догонит Сергея? (10 баллов)

Решение:

S_1 – расстояние, которое пробегает Сергей за время t_1 ; S_2 – расстояние, которое пробегает Дима за время t_1 .

$$S_1 = V_1 t_1 \quad (1)$$

$$S_2 = V_2 t_1 \quad (2)$$

С учетом данных задачи $V_1 / V_2 = S_1 / S_2 = 0,8$.

Пусть t – время, за которое Дима догнал Сергея. Тогда $L = V_2 t$,

$$L - S = V_1 t.$$

$$L / V_2 = (L - S) / V_1. \quad (3)$$

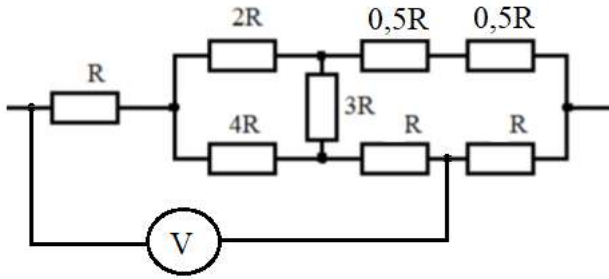
Отсюда $L = S / (1 - S_2 / S_1)$

$$L = 1500\text{м}.$$

Критерии оценивания:

Записана формула 1	1
Записана формула 2	1
Найдено соотношение V_1 / V_2	1
Записана формула $L = V_2 t$	1
Записана формула $L - S = V_1 t$	1
Получено соотношение (3)	2
Получена формула для L	2
Получен ответ	1
Итого:	10

2. На схеме изображен участок цепи, по которому протекает постоянный ток. Определить показания идеального вольтметра, если $R=10\text{ Ом}$, а напряжение на концах цепи равно 90 В .



Решение:

Рассмотрим верхнюю часть цепи (сопротивления $2R$ и R), соединенных последовательно.

Найдем падение напряжения на сопротивлении $2R$:

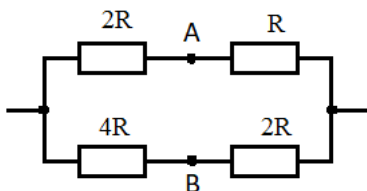
$$U_{2R} = I_1 \cdot 2R = (U / (3R)) \cdot 2R = 2U/3.$$

Аналогично для сопротивления $4R$ и $2R$, соединенных последовательно.

Найдем падение напряжения на сопротивлении $2R$:

$$U_{4R} = I_2 \cdot 4R = (U / (6R)) \cdot 4R = 2U/3.$$

Теперь, если эти ветви подключим параллельно, получим схему:



Как было показано выше, потенциалы в точках A и B равны и поэтому ток $I_{AB} = 0$. Раз ток равен нулю, то можно удалить резистор $3R$.

Тогда $R_{\text{экв}} = 3R \cdot 6R / (3R + 6R) = 2R$ Ом.

Суммарное сопротивление будет равно $3R$ Ом.

Найдем ток в цепи: $I_{\text{общ}} = U / R_{\text{общ}} = 3$ А.

Ток в нижней ветви равен 1 А

Итого напряжение на вольтметре $U_V = 30 + 50 = 80$ В.

Критерии оценивания:

Показано, что потенциалы (напряжения) на концах резистора 3R равны	2
Показано, что при равенстве потенциалов на концах резистора 3R ток через него равен нулю	1
Получено эквивалентная схема без резистора 3R	1
Рассчитано эквивалентное сопротивление верхней ветви	1
Рассчитано эквивалентное сопротивление нижней ветви	1
Рассчитано эквивалентное сопротивление всей цепи	1
Рассчитаны токи	1
Рассчитаны падения напряжений	1
Найдены показания вольтметра	1
Итого:	10

3. Под каким углом световой луч падает на плоскую поверхность стекла, если отраженный и преломленный лучи образуют между собой прямой угол? Скорость света в стекле $V=2 \cdot 10^8$ м/с; скорость света в вакууме $c=3 \cdot 10^8$ м/с.

Решение:

Пусть α – угол падения луча, γ – угол отражения, β – угол преломления луча в стеклянной пластинке.

$$\alpha = \gamma;$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n = \frac{c}{V}, \text{ где } n \text{ – относительный показатель преломления стекла}$$

относительно воздуха,.

Так как отраженный и преломленный лучи взаимно перпендикулярны, то $\alpha + 90^\circ + \beta = 180^\circ$, $\beta = 90^\circ - \alpha$.

$$\text{Таким образом } \sin \beta = \cos \alpha \text{ и } \operatorname{tg} \alpha = c/V = 1,5.$$

$$\alpha = 56,3^\circ.$$

При отсутствии непрограммируемого калькулятора возможен ответ в общем виде.

Критерии оценивания:

Записан закон отражения	2
Записан закон преломления	2
Записана формула для относительного показателя преломления стекла относительно воздуха через скорости света в вакууме и в стекле	2
Получена формула $\beta=90-\alpha$	1
Сделан вывод, что $\sin \beta=\cos \alpha$	1
Получена формула $\operatorname{tg} \alpha=c/V$	1
Произведен расчет $\operatorname{tg} \alpha$	1
Итого:	10

4. К кусочку льда подводят количество теплоты $Q_1=42$ кДж, при этом он нагревается на $\Delta t=10^\circ\text{C}$. Если далее к кусочку льда подвести количество теплоты $Q_2=293$ кДж, то 40% льда растает. Найдите массу m , начальную t_0 и конечную t температуру льда, если к нему дополнительно подвести количество теплоты $Q_3=450$ кДж. Удельная теплоёмкость льда $c_{\text{л}}=2100$ Дж/(кг \cdot °C), удельная теплота плавления льда $\lambda=340$ кДж/кг, удельная теплоёмкость воды $c_{\text{в}}=4200$ Дж/(кг \cdot °C). Потерями тепла пренебречь. (10 баллов)

Решение:

Пусть t_1 – температура льда после первого нагревания; $t_{\text{пл}}=0^\circ\text{C}$ – температура плавления льда.

Уравнение теплового баланса для каждого случая нагревания льда:

$$Q_1=mc_{\text{л}}(t_1-t_0)=mc_{\text{л}}\Delta t \quad (1)$$

$$Q_2=mc_{\text{л}}(t_{\text{пл}}-t_1)+0,4m\lambda \quad (2)$$

$$Q_3=0,6m\lambda+mc_{\text{в}}(t-t_{\text{пл}}) \quad (3)$$

Из уравнения (1) найдем массу кусочка льда $m=Q_1/(c_{\text{л}}\Delta t)$

$$m=2 \text{ кг.}$$

Сложим уравнения (1) и (2) и получим:

$$Q_1+Q_2=-mc_{\text{л}}t_0+0,4m\lambda.$$

$$\text{Отсюда } t_0 = \frac{0,4\lambda}{c_{\text{л}}} - \frac{(Q_1+Q_2)\Delta t}{Q_1}, \quad t_0 = -15^\circ\text{C}$$

Из уравнения (3) найдем конечную температуру

$$t = \frac{Q_3 - 0,6m\lambda}{mc_{\text{в}}} = \frac{Q_3 c_{\text{л}} \Delta t}{Q_1 c_{\text{в}}} - \frac{0,6\lambda}{c_{\text{в}}}$$

$$t = 5^\circ\text{C}.$$

Критерии оценивания:

Записано уравнение 1	1
Записано уравнение 2	1
Записано уравнение 3	1
Получена формула для массы кусочка льда	1
Рассчитана масса кусочка льда	1
Получена формула для начальной температуры	1
Рассчитана начальная температура	1
Получена формула для конечной температуры	1
Рассчитана конечная температура	1
При получении конечных формул произведены математические преобразования	1
Итого:	10

5. В вершинах правильного шестиугольника со стороной a находятся 6 черепах. По сигналу они начинают одновременно двигаться с постоянной по модулю скоростью V , каждая в направлении своей соседки по часовой стрелке. Где встретятся черепахи?

Решение:

В силу симметрии задачи черепахи во время движения всё время будут находиться в вершинах правильного шестиугольника, сторона которого будет уменьшаться, пока черепахи не встретятся в центре исходного шестиугольника. Проекция скорости каждой черепахи на направление к центру шестиугольника $V_x = V \cdot \cos 60^\circ = V/2 = \text{const}$.

Таким образом, каждая черепаха приближается к центру шестиугольника с постоянной скоростью V_x и достигнет его через время $t = a/V_x = 2a/V$. За это время черепаха пройдет путь $S = Vt = 2a$.

Критерии оценивания:

Сделан вывод: в силу симметрии задачи черепахи во время движения всё время будут находиться в вершинах правильного шестиугольника, сторона которого будет уменьшаться, пока черепахи не встретятся в центре исходного шестиугольника	2 1 1
Определено, что центральный угол правильного шестиугольника равен 60°	1
Определена проекция скорости каждой черепахи $V_x = V \cdot \cos 60^{\circ} = V/2$	2
$V_x = \text{const}$	1
Получена формула для времени $t = a/V_x = 2a/V$	1
Получена формула для пути $S = 2a$	1
Итого:	10

В случае авторского решения рекомендуется использовать обобщенные критерии оценивания.

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
10	Полное верное решение.
7–9	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение. Допущены арифметические ошибки.
5–7	Задача решена частично, или даны ответы не на все вопросы.
3–5	Решение содержит пробелы в обоснованиях, приведены не все необходимые для решения уравнения
1–2	Рассмотрены отдельные важные случаи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).
0	Решение неверное, продвижения отсутствуют.

0	Решение отсутствует.
---	----------------------