Физика, 9 класс, муниципальный этап

Возможные решения задач

Задача № 1. «Перрон» **(10 баллов)**

Поезд выезжает на перрон железнодорожного вокзала со скоростью V_0 . Если он будет по перрону разгоняться с определенным ускорением, то проедет его за время t_1 = 20 секунд, если он с таким же ускорением будет тормозить, то проедет перрон за время t_2 = 40 секунд. За какое время t_3 поезд проедет перрон при равномерном движении со скоростью V_0?

Возможное решение:

Будем считать, что длина перрона равна L, тогда запишем кинематические уравнения движения поезда:

$L = v_0 t_1 + \frac{at_1^2}{2}$ – для равноускоренного движения (1) *(2 балла)*

$L = v_0 t_2 + \frac{at_2^2}{2}$ – для равнозамедленного движения (2) *(2 балла)*

$L = v_0 t_3$ – для равномерного движения (3) *(1 балл)*

Для решения этой системы умножим уравнение (1) на t_2^2, а уравнение (2) на t_1^2 и проведем суммирование этих уравнений.

Из этой суммы легко получим выражение для скорости поезда

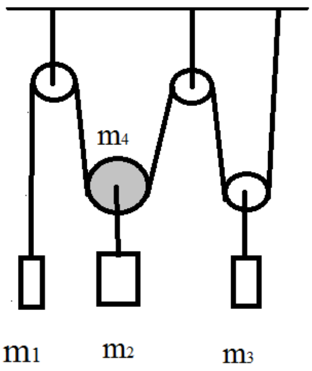
$$v_0 = \frac{L\left(t_1^2 + t_2^2\right)}{t_1 t_2 \left(t_1 + t_2\right)}. \qquad (4)$$ *(3 балла)*

После подстановки (4) в уравнение (3) получим выражение для времени t_3

$$t_3 = \frac{t_1 t_2 \left(t_1 + t_2\right)}{t_1^2 + t_2^2} = 24(сек).$$ *(2 балла)*

Ответ: 24 сек.

<u>Задача № 2. «Равновесие блоков»</u> (10 баллов)



Система состоит из нескольких грузов, подвешенных на невесомых и нерастяжимых нитях, перекинутых через невесомые и один массивный m_1 (выделен серым цветом) блоки. Массы первого и второго грузов равны $m_1 = m_2 = 1$ *кг*. Определите, при каких значениях m_3 и m_4 система находится в равновесии. Трением в осях блоков можно пренебречь.

Возможное решение:

Обозначим силу натяжения верхней нити через T_1, нити удерживающей груз m_2 – через T_2 и нити удерживающей груз m_3 – через T_3. Тогда условия равенства нулю суммы вертикальных сил, действующих на элементы нашей системы, примут следующий вид:

$T_1 = m_1 g$ – *для груза* m_1 (1) *(2 балла)*

$T_3 = 2T_1 = m_3 g$ – *для груза* m_3 (2) *(2 балла)*

$2T_1 = m_4 g + T_2$ – для тяжелого блока (3) *(2 балла)*

$T_2 = m_2 g$ – *для груза* m_2 (4) *(2 балла)*

Решая систему уравнений, получим:
$m_3 = 2m_1 = 2$ *кг* (5) *(1 балл)*

$m_1 = m_4 = 1$ *кг* (6) *(1 балл)*

Ответ: $m_3 = 2$ *кг*, $m_4 = 1$ *кг*

Задача № 3. «Горячие туристы» (10 баллов)

Палатка для туристов, с полом из теплоизоляционного материала, теряет в единицу времени количество теплоты, пропорциональное разности температур внутри и снаружи палатки. Установлено, что тренированный турист не замерзает в такой палатке при наружной температуре выше $t_1 = 12^{o}$ С. Два таких туриста не замерзают при наружной температуре выше $t_2 = 4^{o}$ С. При какой температуре воздуха туристы начинают использовать палатку? При каких температурах наружного воздуха три туриста не будут замерзать в такой палатке?

Возможное решение:

Тело каждого туриста ежесекундно выделяет одинаковое количество теплоты $Q_{изл}$ внутрь палатки. Известно, что палатка теряет ежесекундно $Q_{пот}$, которое определяется соотношением

$$Q_{пот} = (T_{пал} - T_{нар}) \cdot C, \qquad (1) \qquad \textit{(3 балла)}$$

где $T_{пал}$ – температура в палатке,

$T_{нар}$ – температура воздуха,

C – коэффициент пропорциональности.

Пусть температура T_0 – это температура воздуха, при которой турист не замерзает без палатки.

Тогда условием определения температуры $T_{1нар}$, при которой один турист, находясь в палатке, не замерзнет при температурах наружного воздуха $T \geq T_{1нар}$, является равенство излученного тепла телом туриста $Q_{изл}$ потерям тепла палаткой

$$Q_{пот} = (T_0 - T_{1нар}) \cdot C = Q_{изл}, \qquad (2) \qquad \textit{(1 балл)}$$

Аналогично уравнению (2) мы можем записать уравнение теплового баланса для двух туристов, находящихся в палатке при температуре наружного воздуха $T_{2нар}$.

$$Q_{пот} = (T_0 - T_{2нар}) \cdot C = 2Q_{изл} \qquad (3) \qquad \textit{(2 балла)}$$

Аналогично уравнению (2) и (3) мы можем записать уравнение теплового баланса для трех туристов, находящихся в палатке при температуре наружного воздуха $T_{3нар}$

$$Q_{пот} = (T_0 - T_{3нар}) \cdot C = 3Q_{изл} \qquad (4) \qquad \textit{(2 балла)}$$

Решая уравнения (2), (3), (4) определим значения T_0 и $T_{3нар}$:

$$T_0 = (2T_{1нар} - T_{2нар}) = 293\ K = 20^{o}\ C \qquad (5)$$

$$T_{3нар} = T_0 - 3(T_0 - T_{1нар}) = 269\ K = -4^{o}\ C \qquad (6) \qquad \textit{(2 балла)}$$

Задача № 4. «Пять резисторов» (10 баллов)

Пять резисторов по 24 *Ом* включены в схему в виде квадрата, на каждой стороне которого и на одной диагонали по одному резистору. Какое сопротивление покажет омметр при подключении к разным вершинам квадрата.

Возможное решение:

Пусть вершины квадрата имеют обозначения *ABCD*. Обозначим все резисторы через *R*. Пусть диагональ *AC* соединена резистором *R*. Исходя из симметрии соединения резисторов, можно записать следующие соотношения:

при подключении омметра к точкам *AC*

$$\frac{1}{R_{AC}} = \frac{1}{R_{AB}+R_{BC}} + \frac{1}{R_{AD}+R_{DC}} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R} \qquad (1) \qquad \textit{(3 балла)}$$

при подключении омметра к точкам *AB*, *AD*, *BC*, *CD* сопротивления будут одинаковы и равны

$$\frac{1}{R_{AD}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R+\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{2R}\right)^{-1}} = \frac{8}{5R} \qquad (2) \qquad \textit{(3 балла)}$$

При подключении омметра к точкам *BD* для расчета сопротивления цепи воспользуемся упрощением схемы, связанное с тем, что потенциалы точек *A* и *D* равны и поэтому можно записать

$$\frac{1}{R_{BD}} = \frac{1}{R_{BC}+R_{CD}} + \frac{1}{R_{BA}+R_{AD}} = \frac{1}{R} \qquad (3) \qquad \textit{(3 балла)}$$

Подсчитаем численные значения:

$R_{AC} = R/2 = 12$ *Ом*,
$R_{AD} = 5R/8 = 15$ *Ом*,
$R_{BD} = R = 24$ *Ом*. (4) *(1 балл)*

<u>Задача № 5. «Зеркало и черепаха»</u> (10 баллов)

Черепаха движется со скоростью V_1 к плоскому зеркалу, в котором видит свое изображение. Определить относительную скорость перемещения изображения черепахи, если зеркало станет двигаться со скоростью V_2, которая превышает скорость перемещения черепахи.

Возможное решение:

Возможно два варианта:

1) зеркало движется со скоростью V_2 навстречу черепахе; (*1 балл)*

2) зеркало движется со скоростью V_2 в сторону движения черепахи. (*1 балл)*

Рассмотрим первый случай.
Система отсчета связана с положением зеркала.
Положение черепахи $-x_0$, а координата ее изображения в плоском зеркале $+x_0$.
Через время Δt координата черепахи станет $(-x_0 + V_1\Delta t)$, а положение зеркала $-V_2\Delta t$.
Таким образом, относительно зеркала координата черепахи станет $(-x_0 + V_1\Delta t + V_2\Delta t)$, а ее изображение $(x_0 - V_1\Delta t - V_2\Delta t)$. (*2 балла)*

Следовательно, перемещение изображения черепахи в сторону черепахи составит величину $(V_1 + V_2)\Delta t$, а скорость $\Delta V = V_1 + V_2$. *(2 балла)*

Во втором случае через время Δt координата черепахи станет $(-x_0 + V_1\Delta t)$, а положение зеркала $V_2\Delta t$.
Таким образом, относительно зеркала координата черепахи станет $(-x_0 + V_1\Delta t - V_2\Delta t)$, а ее изображение $(x_0 - V_1\Delta t + V_2\Delta t)$. (*2 балла)*

Следовательно, перемещение изображения черепахи в сторону перемещения черепахи составит величину $(V_2 - V_1)\Delta t$, а скорость $\Delta V = V_2 - V_1$. (*2 балла)*

Всего за все задания олимпиады – 50 баллов.