9 класс (условия, решения и критерии оценивания)

Задача 1. Не очень сложное движение. Тележка, двигаясь из состояния покоя с постоянным ускорением, проходит расстояние S и приобретает скорость υ = 10 м/с. Затем, продолжая равномерное движение со скоростью υ, она проходит ещё такое же расстояние S. Определите среднюю скорость тележки за вторую половину всего времени движения.

Возможное решение:

Запишем уравнение кинематики «без времени» для участка равноускоренного движения:

$$S = \upsilon^2/(2a).$$

Отсюда ускорение $a = \upsilon^2/(2S)$, а время разгона до скорости υ равно $t_1 = \upsilon/a = 2S/\upsilon$.

Время движения тележки на участке, где она двигалась с постоянной скоростью, равно $t_2 = S/\upsilon$. Общее время движения $t_0 = 3S/\upsilon$, а половина всего времени движения тележки $t = t_0/2 = 3S/(2\upsilon)$. Путь S_1, пройденный тележкой за время t, равен $S_1 = at^2/2 = 9S/16$.

За вторую половину времени тележка прошла путь $S_2 = 2S – S_1 = 23S/16$.

Искомая средняя скорость равна $\upsilon_{ср} = S_2/t = 23\upsilon/24 = 9{,}6$ *м/с*.

Критерии оценивания:

Записано выражение для половины времени ………………………………………………………………….3 балла

Вычислен путь на первой половине времени ………………………………………………………………………3 балла

Вычислен путь на второй половине времени ……………………………………………………………………1 балл

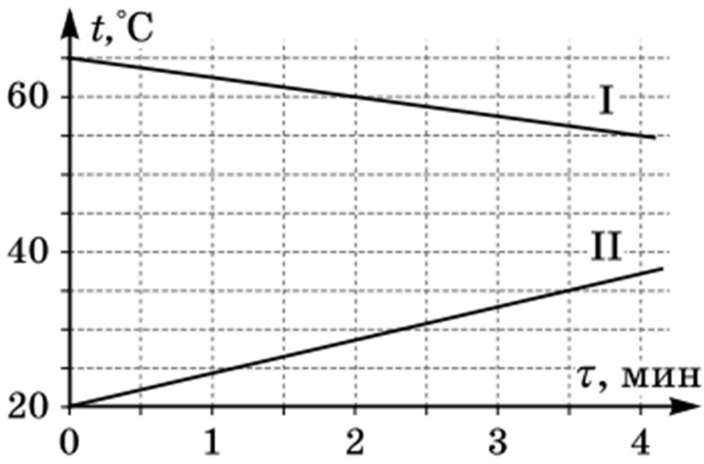
Получено выражение для средней скорости ………………………………………………………………………2 балла

Получен численный ответ ………………………………………………………………………………………………1 балл

Примечание: *В случае верного с точки зрения физики решения и наличия математической (не физической!) ошибки в преобразованиях, приводящей в итоге к ошибочной формуле и неверному ответу, за решение ставится в общей сложности 7 баллов.*

В случае верных формул и при наличии ошибки в вычислениях искомой величины за решение ставится в общей сложности 9 баллов.

Задача 2. Два шарика. Начинающий экспериментатор поместил в калориметр два стальных шарика с разными начальными температурами. В ходе эксперимента он построил полученные в результате теплообмена зависимости температур шариков от времени (см. рисунок). С помощью данных графиков определите конечную температуру шариков и время установления теплового равновесия.



Решение:

У задачи может быть графическое решение, в этом случае следует придерживаться критериев оценки, представленных в ***Примечании****.*

Из графиков можно определить начальные температуры шариков, а также скорость остывания и нагревания шариков через угловые коэффициенты прямых.

Начальная температура горячего шарика: t_1 = 65^{0}С, начальная температура холодного шарика t_2 = 20^{0}С. (1)

Скорость остывания горячего шарика определяется как угловой коэффициент первого графика:

$$k_1 = \frac{10^0C}{4\text{ мин}} = 2{,}5\left(\frac{^0\text{C}}{\text{мин}}\right). \qquad (2)$$

По второму графику определим скорость нагрева холодного шарика (тоже через угловой коэффициент):

$$k_2 = \frac{15^0C}{3{,}5\text{ мин}} \approx 4{,}29\left(\frac{^0\text{C}}{\text{мин}}\right). \qquad (3)$$

Пусть одинаковая температура будет у шариков через время τ, т.е. τ – время установления теплового равновесия. И пусть конечная температура шариков будет t_k. Тогда для горячего шарика можно записать: $t_k = t_1 - k_1\tau$, а для холодного: $t_k = t_2 + k_2\tau$. Приравняем, получим:

$t_1 - k_1\tau = t_2 + k_2\tau$; выразим τ:

$$\tau = \frac{t_1 - t_2}{k_1 + k_2} = \frac{65 - 20}{2{,}5 + 4{,}29} \approx 6{,}63 \text{ мин.} \quad (4)$$

Подставим это время и найдем конечную температуру шариков:

$$t_k = t_2 + k_2\tau = 20 + 4{,}29 \cdot 6{,}63 = 48{,}4^0\text{C}. \quad (5)$$

Ответ: время 6,63 минуты, конечная температура 48,4^{0}С.

Критерии оценивания.

Определены начальные температуры шариков (1)……………………………………………………………… 1 балл

Найдена скорость остывания горячего шарика (2) ……………………………………………………………..2 балла

Найдена скорость нагрева холодного шарика (3) …………………………………………………………… 2 балла

Найдено время установления теплового равновесия (4) …………………………………………………3 балла

Найдена конечная температура (5) ………………………………………………………………………………..2 балла

Примечание – критерии оценивания для графического способа решения:

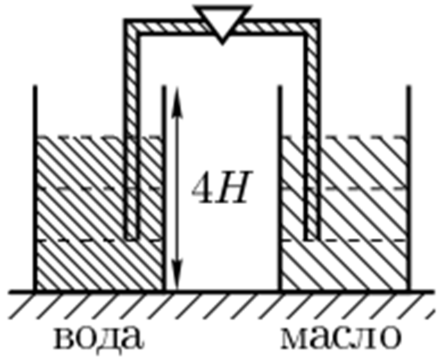
Время установления теплового равновесия может быть найдено **графически**, как и конечная температура. Для этого необходимо продолжить графики до пересечения и записать координаты точки пересечения. Однако в данном масштабе графика невозможно определить значение времени и температуры достаточно дочно, так как шаг по осям составляет 5^{0}С и 0,5 мин. Кроме того, точка пересечения лежит на продолжении графиков и за пределами указанной на рисунке области, поэтому участник будет вносить дополнительную погрешность при построении и оценке координат. Поэтому **максимальная оценка за решение задачи графическим способом составляет 8 баллов**, из которых:

1 балл ставится за явное нахождение начальных температур тел (1),

5 баллов ставится за графический способ решения с обоснованием и

2 балла в том случае, если полученные результаты отличаются от представленных ниже не более, чем на 1%, т.е. лежат в пределах от 6,55 мин до 6,7 мин (время) и от 47,9^{0}С до 48,9^{0}С (температура).

Задача 3. Гидростатический эксперимент. Девятиклассник Артур проводил следующий эксперимент. Он взял одинаковые сосуды высотой 4Н и заполнил их до уровня 3Н водой и маслом (левый и правый сосуд соответственно - см. рисунок). Сверху сосуды Артур соединил тонкой трубкой с краном, причем трубку заполнил водой. Открытые концы трубки школьник погрузил на 2Н в каждую из жидкостей. Какие уровни установятся у Артура в сосудах, если он откроет кран? Принять плотность воды $\rho_В$ = 1000 кг/м^3, плотность масла $\rho_м$ = 800 кг/м^3, Н = 1,8 см.



Решение:

В начальном состоянии (пока кран закрыт) давления у левого и правого открытых концов трубки разные, поскольку плотности жидкостей различны. Плотность воды больше, значит сразу после открывания крана давление слева больше давления справа, поэтому вода по тонкой трубочке начнет переливаться в сосуд с маслом.

Опять же, поскольку плотность воды больше, то в сосуде с маслом она будет опускаться на дно. Допустим, что после установления равновесия в правом сосуде окажется h воды. И предположим, что $h < H$, то есть вода не достигает открытого конца трубки. Тогда в левом воды останется $3H\text{-}h$ воды.

Равновесие наступает, когда давления по обе стороны трубки на уровне открытых концов окажутся равными:

$p_1 = p_2$,

$\rho_В g(2H\text{-}h) = \rho_м g(2H+h)$.

Здесь учтено, что давление оказывает только столб жидкости, находящийся над данным уровнем.

Выразим h:

$$h = 2H\frac{\rho_В - \rho_м}{\rho_В + \rho_м} = \frac{2}{9}H < H.$$

Предположение о том, что $h < H$, оказалось верным, так что масло из сосуда не выливается, а вода не поднимается выше уровня открытого конца трубки в правом сосуде. Поэтому можно определить уровни жидкостей в сосудах после установления равновесия.

Уровень в левом сосуде: $h_1 = 3H - h = \frac{25}{9}H$ = 5 см,

уровень в правом сосуде: $h_2 = 3H + h = \frac{29}{9}H$ = 5,8 см.

Ответ: 5 см в левом сосуде, 5,8 см в правом сосуде.

Критерии оценивания:

Обоснованный вывод о том, что вода будет перетекать из левого сосуда в правый……..2 балла.

Условие равенства давлений на уровне концов трубки ………………………………………………….. 4 балла.

Высота столба перетёкшей воды (h)……………………………………………………………………………… 2 балла.

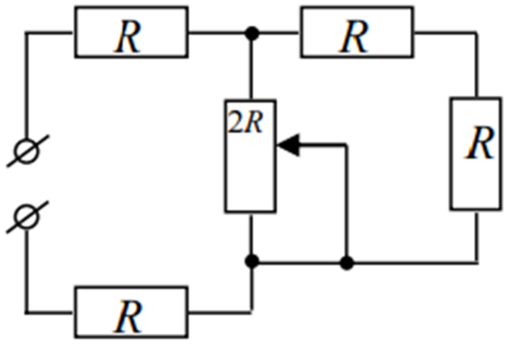
Определены уровни жидкостей в сосудах, дан верный численный ответ …………………… 2 балла.

Итого: ……10 баллов.

В случае верного с точки зрения физики решения и наличия математической (не физической!) ошибки в преобразованиях, приводящей в итоге к ошибочной формуле для высоты h и неверному ответу для уровней жидкости, за решение ставится в общей сложности 7 баллов.

В случае верных формул для h, h_1, h_2 и при наличии ошибки в вычислениях за решение ставится в общей сложности 9 баллов.

Задача 4. Переменное сопротивление. Постройте график зависимости общего сопротивления цепи от положения ползунка потенциометра. Сопротивление потенциометра между неподвижными контактами 2R.



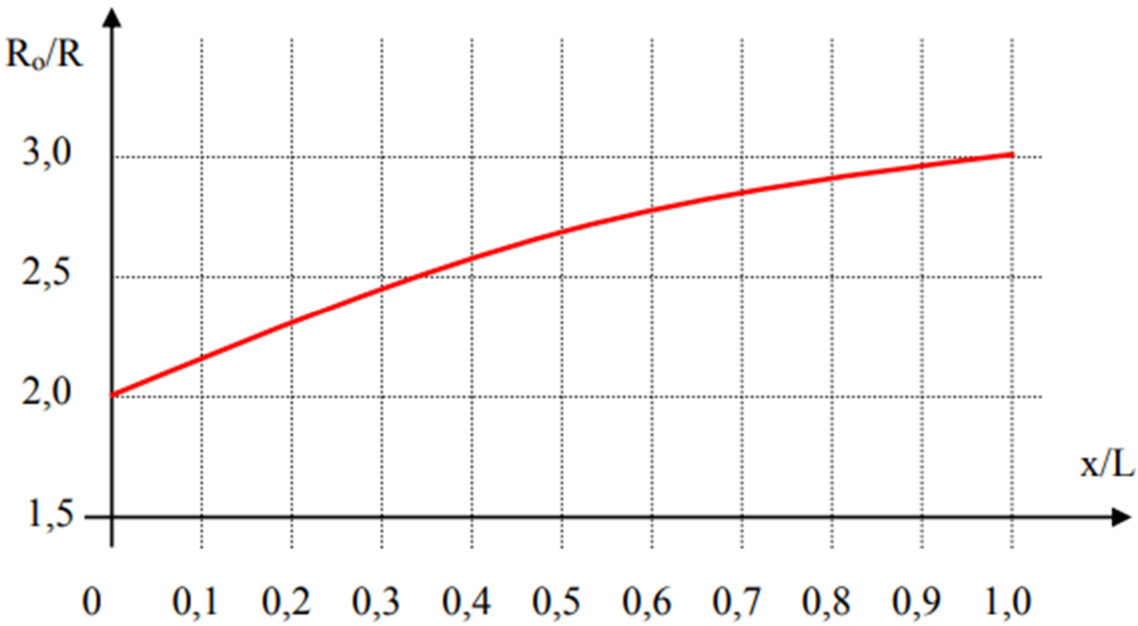
Возможное решение:

Потенциометр можно представить в виде двух резисторов, один из которых «закорочен» ползунком. Сопротивление другого резистора изменяется от 0 до 2R в зависимости от положения ползунка. Если L – максимальное перемещение ползунка, то в зависимости от его положения сопротивление этого резистора r=2Rx/L, где x — текущее положение ползунка.

Найдем общее сопротивление цепи:

$$R_0 = 2R + \frac{r2R}{r+2R} = 2R\left(\frac{2x+L}{x+L}\right).$$

Получили зависимость, по которой уже можно построить график . График строим по нескольким точкам.



Критерии оценивания:

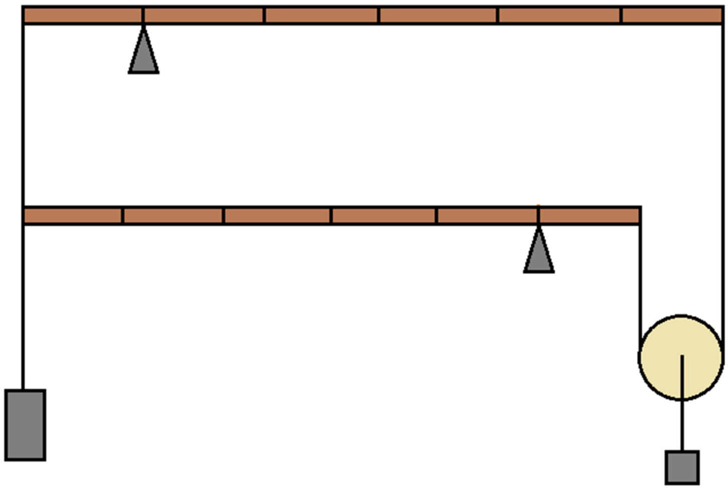
Указано на линейность зависимости сопротивления реостата от положения ползунка …… 2 балла

Получена формула для общего сопротивления цепи …………………………………………………………..4 балла

Построен верный график зависимости сопротивления от положения ползунка в удобном масштабе ……4 балла

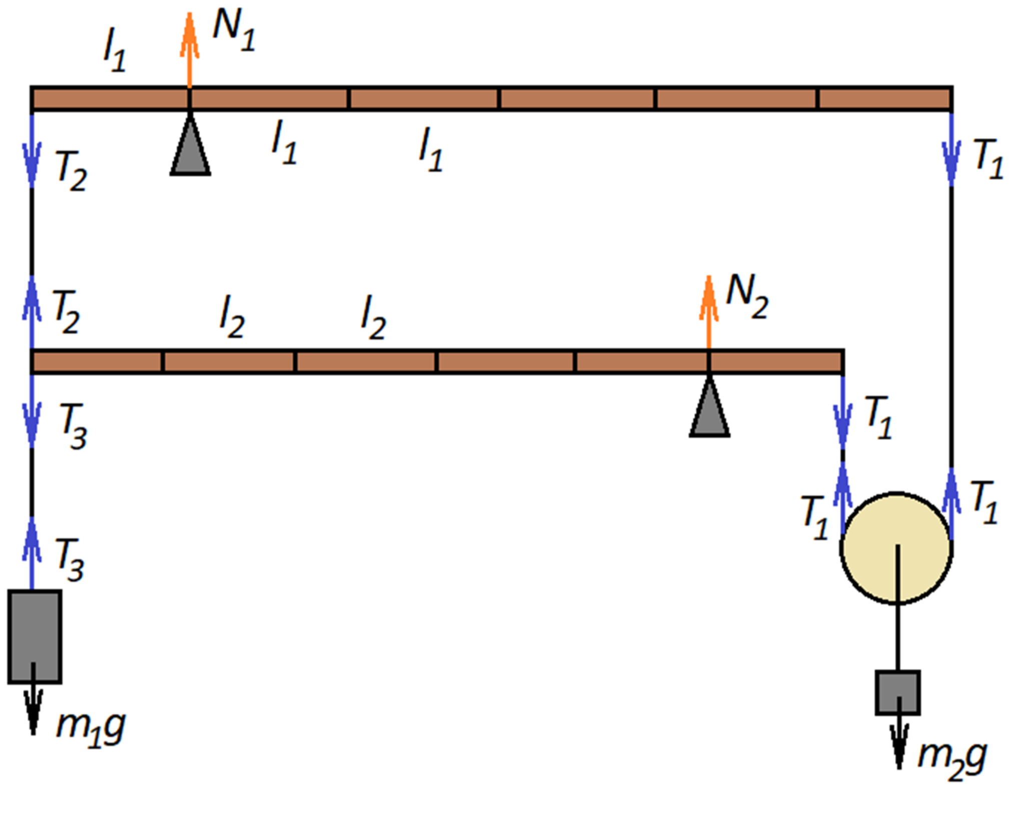
Примечание: *оценка по последнему пункту зависит от качества построения графика: насколько рационально выбраны масштабы по осям, подписаны оси или нет и т.п.*

Задача 5. Статический эксперимент. Девятиклассница Вика собрала систему из длинных рычагов, блока и грузов и уравновесила ее на двух опорах так, как показано на рисунке. Концы рычагов соединены нитями, к которым прикреплен груз m_1, а через блок подвешен груз m_2 = 1,5 кг. Помогите Вике определить массу груза m_1. Считайте, что массой рычагов можно пренебречь.



Решение:

Сначала расставим силы (см. рисунок):



После расстановки сил запишем условие равновесия системы «блок-груз m_2»

$$m_2g = 2T_1$$

И условие равновесия груза m_2:

$$m_1 g = T_3$$

Далее запишем правила моментов. Удобно будет записать их для точек приложения сил N_1 и N_2. Для точки приложения N_1:

$$T_2 l_1 = T_1 \cdot 5 l_1$$
$$T_2 = 5T_1$$

Для точки приложения силы N_2:

$$5T_2 l_2 + l_2 T_1 = T_3 \cdot 5 l_2$$
$$5T_2 + T_1 = 5T_3$$
$$26T_1 = 5T_3$$
$$T_3 = \frac{26}{5} T_1$$
$$m_1 = \frac{T_3}{g} = \frac{26T_1}{5g} = \frac{13m_2}{5}$$

m_1 = 3,9 кг.

Ответ: 3,9 кг.

Критерии оценивания:

Правильно расставлены силы……………………………………………………………………………………………2 балла.

Записаны условия равновесия для грузов ……………………………………………………………………… 2 балла.

Записаны правила моментов………………………………………………………………………………………… 4 балла.

Получен верный ответ ………………………………………………………………………………………………… 2 балла.

Итого: ………10 баллов.

В случае верного с точки зрения физики решения и наличия математической (не физической!) ошибки в преобразованиях, приводящей в итоге к ошибочной формуле для m_1 и неверному численному ответу, за решение ставится в общей сложности 7 баллов.

В случае верной конечной формулы и при наличии ошибки в вычислениях за решение ставится в общей сложности 9 баллов.