

Министерство науки и высшего образования РФ
Совет ректоров вузов Томской области
Открытая региональная межвузовская олимпиада

2019-2020

ФИЗИКА

8 класс

II этап

Все задания оцениваются в 20 баллов (в сумме 100)

Задача 1

Тележка, на которой установили две разные капельницы, движется вдоль стола с постоянной скоростью. Известно, что жидкость из первой капельницы капает с интервалом времени $t_1 = 2$ сек. Наблюдая за следами капель на столе, было обнаружено, что когда обе капельницы открыли одновременно, то следы первых капель, а затем четвертого следа первой капельницы и пятого следа второй капельницы совпали. Найдите интервал времени, с которым капает вторая капельница.

Оценка задания № 1 – 20 баллов

Решение:

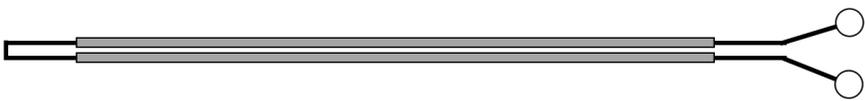
		Баллы
<p>Подготовить рисунок используя знания о равномерном движении, записать условие равенства расстояния, пройденного тележкой:</p> <p style="text-align: center;">1) $nl_1 = ml_2$</p>		6
<p>Используя формулу равномерного движения, выразить расстояния: l_1, l_2.</p>	<p>2) $l_1 = vt_1$</p> <p>3) $l_2 = vt_2$</p>	4
<p>Провести замену в формуле 1):</p> <p style="text-align: center;">$nvt_1 = mvt_2$</p> <p style="text-align: center;">$nt_1 = mt_2$</p>		6
<p>Выразить соотношение, получить ответ:</p> <p style="text-align: center;">$t_2 = \frac{n}{m}t_1$</p> <p style="text-align: center;">$t_2 = \frac{3}{4} \cdot 2 = 1,5 \text{ сек}$</p> <p>Ответ: 1,5 с</p>		4

Задача 2

Два одинаковых резиновых шланга, сложенные рядом вдоль друг друга полностью заполнены ртутью. Во сколько раз изменится электрическое сопротивление такой цепи, если оба шланга растянуть на 50%? Какой вид соединения проводников они образуют?

Оценка задания № 2 – 20 баллов

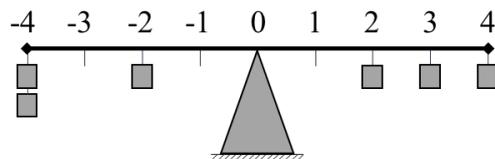
Решение:

		Баллы
Рисунок с шлангами – запись типа соединения. Соединение параллельное.	<p>1) </p> <p>2) </p> <p>Участник олимпиады может произвольно выбрать тип соединения, т.к. в условиях это не задано, в таком случае, необходимо проверить решение исходя из типа. Например, так:</p>  <p>Тогда соединение нужно считать последовательным</p>	2
Для параллельного соединения:	$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_1} \rightarrow R_1 = \frac{r_1}{2}$ $\frac{1}{R_2} = \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_2} \rightarrow R_2 = \frac{r_2}{2}$	4
Записано равенство объёмов ртути в первом и втором случае, найдена площадь S_2	$V_1 = l_1 S_1$ $V_2 = l_2 S_2$ $S_1 = \frac{l_2}{l_1} S_2$	4
Выражено r_1, r_2 :	$r_1 = \rho \frac{l_1}{S_1} = \rho \frac{l_1^2}{l_2 S_2}$ $r_2 = \rho \frac{l_2}{S_2} = \rho \frac{l_2}{S_2}$	4
Выразить соотношение во сколько раз измениться сопротивление:	$\frac{R_2}{R_1} = \frac{1}{2} \rho \frac{l_2}{S_2} : \frac{1}{2} \rho \frac{l_1^2}{l_2 S_2} \rightarrow \frac{(l_2)^2}{(l_1)^2}$	4
Ответ: $R_2 = 2,25R_1$		2

Задача 3

На данном рычаге через равные расстояния прикреплены крючки. Крючки пронумерованы от -4 до 4, где 0 приходится на середину рычага. Все грузы одинаковой массы. Определите номер крючка, к которому нужно подвесить такой же груз, чтобы рычаг находился в равновесии.

Оценка задания № 3 – 20 баллов



Решение:

	Баллы
Применить условие равновесия: $m \cdot 4l + m \cdot 3l + m \cdot 2l - 2m \cdot 4l - m \cdot 2l + m \cdot nl = 0$ $4l + 3l + 2l - 2 \cdot 4l - 2l = -nl$	12
Выразить соотношение, получить ответ: $-1 = -n$ $n = 1$ Ответ: № 1	8

Задача 4

Ученик в домашних условиях проводил эксперимент по нагреванию воды. Для этого в кастрюлю с двойными стенками он налил $V = 1,5$ л воды, с начальной температурой $t_1 = 8$ °С. Затем он поместил туда кипятильник, мощностью $P = 0,8$ кВт.

В это время, ему позвонили на сотовый и он вышел в соседнюю комнату. Проговорив по телефону $\tau = 4,5$ мин и вернувшись, он обнаружил, что температура воды оказалась всего $t_2 = 20$ °С. Выяснилось, что пока он говорил по телефону, его мама предусмотрительно вытащила из розетки кипятильник. Определите сколько времени длилось нагревание воды и сколько времени прошло с момента отключения кипятильника до того, как ученик это обнаружил.

Потерями пренебречь, плотность воды 1000 кг/м³, удельная теплоёмкость: 4200 Дж/кг·°С

Оценка задания № 4 – 20 баллов

Решение:

	Баллы
Выразить время нагревания воды τ_0 , через мощность кипятильника и полученную теплоту	$P = \frac{Q}{\tau_0} \rightarrow \tau_0 = \frac{Q}{P}$ 2
Выразить массу воды через плотность и объём	$m = \rho V$ 2
Выразить количество теплоты, полученное водой	$Q = cm(t_2 - t_1)$ $Q = c\rho V(t_2 - t_1)$ 4
Выразить время нагревания воды: $\tau_0 = \frac{c\rho V(t_2 - t_1)}{P}$ $\tau_0 = \frac{4200 \cdot 1000 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 12}{800} = 94,5 \text{ сек}$	8
Выразить сколько прошло времени, записать ответ: $\Delta\tau = \tau - \tau_0 = 270 - 94,5 = 175,5 \text{ сек} = 2,925 \text{ мин}$ $\tau_0 = 94,5 \text{ сек} = 1,575 \text{ мин}$ Ответ: 1,575 мин	4

Задача 5

Толстостенную железную трубу плотностью $\rho = 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, массой $m = 9 \text{ т}$ и длиной $L = 10 \text{ м}$ необходимо переплавить по морю. Для этого её запаляли с обеих торцов, чтобы она, погрузившись в воду плотностью $\rho_{\text{в}} = 1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, не утонула.

Найдите внутренний радиус этой трубы.

Оценка задания № 5 – 20 баллов

Решение:

		Баллы
Записать условие равенства сил:	$mg = F_A$ $\rho g V = \rho_{\text{в}} V_{\text{погр}} g$ $V = V_{\text{ц.внешний}} - V_{\text{ц.внутренний}}$	4
Выразить объём трубы	$V = \pi R^2 l - \pi r^2 l$ $V = \pi l (R^2 - r^2)$	2
Если предположить, что перевозят полностью погруженную трубу:		
(1) $\rho \pi l (R^2 - r^2) = \rho_{\text{в}} \pi l R^2$ Выразить внутренний радиус:		4
(2) $\rho R^2 - \rho r^2 = \rho_{\text{в}} R^2$		
(3) $r^2 = R^2 \left(1 - \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho}\right)$		
С другой стороны, можно выразить внешний радиус через плотность:		
$\rho = \frac{m}{Sl}$, далее, заменяя площадь: $\rho = \frac{m}{\pi l (R^2 - r^2)} \rightarrow R^2 - r^2 = \frac{m}{\pi l \rho}$		4
(4) $R^2 = \frac{m}{\pi l \rho} + r^2$		
Совместить полученные выражения (подставляя (4) в (3)), найти искомый радиус:		
$r^2 = \left(\frac{m}{\pi l \rho} + r^2\right) \left(1 - \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho}\right)$ $r^2 = \frac{m}{\pi l \rho} - \frac{m \rho_{\text{в}}}{\pi l \rho^2} + r^2 - r^2 \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho}$ $r^2 = \frac{m}{\pi l \rho} \left(1 - \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho}\right) \frac{\rho}{\rho_{\text{в}}}$ $r = \sqrt{\frac{m}{\pi l \rho_{\text{в}}} \left(1 - \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho}\right)}$		4
	$r = \sqrt{\frac{9000}{3,14 \cdot 10 \cdot 1030} \left(1 - \frac{1030}{7800}\right)} = 0,49 \text{ м}$	2
<p>Ответ: $r = 0,49 \text{ м}$.</p>		