

1	2	3	4	5	6	Σ
15	15	7	15	25	20	77

77

ШИШЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПБГУ 2017-2018

3397

Заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады **ФИЗИКА (8-9 КЛАСС)**

Город, в котором проводится Олимпиада **Челябинск**

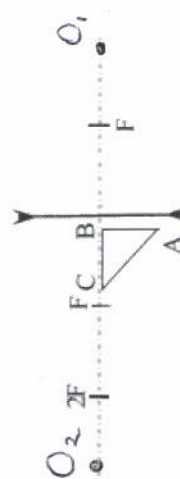
Дата **06.03.2018**

Вариант 4

1. В алюминиевом калориметре массой 120 г находится 500 г керосина при температуре 60°C. После того, как латунный брусок неизвестной массы, охлажденный до -15°C, поместили в калориметр с керосином, там установилась температура 58°C. Определите массу бруска. Какая температура установится, в калориметре, если туда добавить еще два таких же бруска? Удельная теплоёмкость масла - 2100 Дж/(кг·°C), алюминия - 920 Дж/(кг·°C), латунь - 400 Дж/(кг·°C).

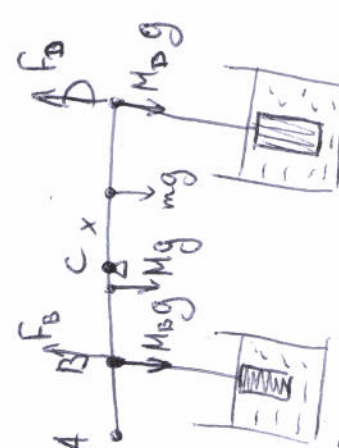
Тепловыми потерями пренебречь, керосин не выливается из калориметра.
 $M_k = 500g$ $c_k = 920 \frac{Дж}{кг \cdot ^\circ C}$ Пусть в калориметр положили n брусков.
 $M_b = 120g$ $c_b = 400 \frac{Дж}{кг \cdot ^\circ C}$ Маш. калориметра и керосина равны.
 $t_0 = 60^\circ C$ Пусть Θ - конечная темп. системы.
 $t_1 = -15^\circ C$ Упр. калориметра бруска.
 $c_k = 2100 \frac{Дж}{кг \cdot ^\circ C}$ $\Theta_2 = ?$ $n \cdot m \cdot c_b (\Theta - t_1) + M_k \cdot c_k (\Theta - t_0) + M_b \cdot c_b (\Theta - t_0) = 0$

2. Равнобедренный прямоугольный треугольник ABC расположен перед тонкой рассеивающей линзой силой 2 дптр так, что его катет BC лежит на главной оптической оси линзы, а катет AB ей перпендикулярен. Расстояние от центра линзы до вершины прямого угла B равно расстоянию от вершины острого угла C до фокуса F. Длина катета AB = 20 см. Постройте изображение треугольника и найдите площадь получившейся фигуры.



При $n=1$: $\Theta = \Theta_1$
 $m = \frac{(t_0 - \Theta_1)(M_k c_k + M_b c_b)}{c(\Theta_1 - t_1)} = 79,5g$
 При $n=3$: - ЭТОТ СЛУЧАЙ ЖИВОВАЩЕГО СЛУГАЮ, В КОТОРОМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО ИДУТ 1 и 2 бруска.
 $\Theta = \Theta_2$
 $\Theta_2 = \frac{3m c_b + (M_k c_k + M_b c_b) t_0}{3m c_b + M_k c_k + M_b c_b} = 54,3^\circ C$

№5 (продолжение)



$F_B = \frac{\rho_0}{\rho} M_0 g$ $F_D = \frac{\rho_0}{\rho} M_0 g$

Упр. мом. отн. к C

$m g \cdot x + M_0 g \cdot CD + F_B \cdot BC + M g \left(\frac{AD}{2} + CD \right) - F_D \cdot CD - M_0 g \cdot BC = 0$
 $m = \frac{M_0 g BC + F_D CD - M g \left(CD - \frac{AD}{2} \right) - F_B \cdot BC - M_0 g \cdot CD}{g x}$
 $= \frac{M_0 BC + \frac{\rho_0}{\rho} M_0 CD - M \left(CD - \frac{AD}{2} \right) - \frac{\rho_0}{\rho} M_0 \cdot BC - M_0 \cdot CD}{g x}$
 $= \frac{M_0 \cdot BC \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho} \right) - M_0 \cdot CD \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho} \right) - M \left(CD - \frac{AD}{2} \right)}{g x}$

x	$x = -AC < 0$	$x = 0$	$x = BC = 0,3m$	$x = CD = 0,8m$
$M_B = m_1$ $M_D = m_2$	$m < 0$ Смысла не имеет	$m < 0$ Смысла не имеет	m не существует	m не существует
$M_B = m_2$ $M_D = m_1$	$m < 0$ Смысла не имеет	$m < 0$ Смысла не имеет	$m = 1,623 кг$	$m = 1,623 кг$

3. Илья помогал папе — носил ветки из леса. Папа сказал Илье, что, если средняя скорость его движения по лесной тропинке будет больше, чем 5 м/с, то он сможет сходить с друзьями порыбачить. Определите, удалось ли Илье порыбачить в этот день, если известно, что первые 20% времени он шёл со скоростью 7 м/с, вторую часть тропинки — со скоростью 4 м/с, последнюю 1/3 тропинки Илья шёл со скоростью 5 м/с.

t_1, t_2, t_3 — время на 1, 2, 3 участка
 v_1, v_2, v_3 — скорости на 1, 2, 3 участках
 l_1, l_2, l_3 — длины участков 1, 2, 3 участка
 t_0 — общее время
 $v_{ср}$ — средняя скорость

$$v_{ср} \cdot t_0 = v_1 t_1 + v_2 t_2 + v_3 t_3$$

$$v_{ср} = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2 + v_3 t_3}{t_0}$$

$$= \frac{v_1}{5} + v_2 \cdot (0,8 - \frac{v_{ср}}{3}) + v_3 \cdot \frac{v_{ср}}{3}$$

$$v_{ср} \frac{14}{15} = 4,2 \frac{м}{с}$$

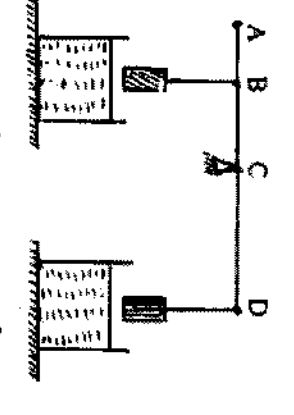
$$v_{ср} = \frac{15}{14} \cdot 4,2 \frac{м}{с} = 4,5 \frac{м}{с} < 5 \frac{м}{с} \Rightarrow \text{Илья не сможет порыбачить}$$

4. Для отопления помещения используется батарея центрального отопления. Площадь сечения подводящей трубы — $S = 4 \text{ см}^2$, скорость воды — $V = 0,5 \text{ м/с}$. При этом температура воды на входе в батарею равна $t_1 = 60^\circ\text{C}$, а на выходе — $t_2 = 57^\circ\text{C}$. Какая температура установится в помещении, если мощность теплопотерь пропорциональна разности температур: $P = k|T - T_0|$, где $k = 60 \text{ Дж/(с}^\circ\text{C)}$, $T_0 = -25^\circ\text{C}$ — температура на улице. Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, удельная теплоёмкость — $c = 4200 \text{ Дж/(кг}^\circ\text{C)}$. Тепловыделением подводящих труб пренебречь.

μ — расход воды ($\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$) $\mu = \frac{v \cdot S}{c} = 8 \cdot \frac{0,5 \cdot 4 \cdot 10^{-4}}{c} = 8 \sqrt{V S}$
 $\mu = 8 \sqrt{0,5 \cdot 4} = 0,2 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$
 $P_{\text{бат}} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{\rho \cdot \mu \cdot c \cdot (t_1 - t_2)}{\Delta t} = \mu c (t_1 - t_2) = 8 \sqrt{V S} c (t_1 - t_2) = 2520 \text{ Вт}$
 $P = P_{\text{бат}} = k|T - T_0|$

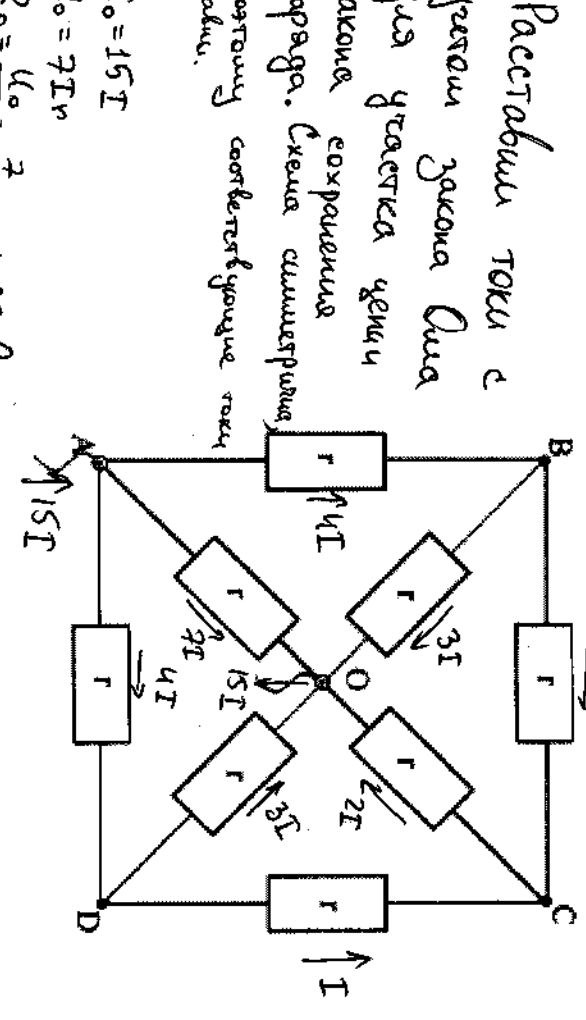
$|T - T_0| = P_{\text{бат}} / k$
 $T = T_0 \pm \frac{P_{\text{бат}}}{k} = (-25 \pm \frac{2520}{60})^\circ\text{C}$
 Значение $T < T_0$ существует не имеет, т.к. энергия уходит в окружающую среду, а при $T = T_0 + \frac{P_{\text{бат}}}{k} = 19^\circ\text{C}$

5. На однородном рычаге ($M = 10 \text{ кг}$) уравновешены два тела равных объёмов ($m_1 = 20 \text{ кг}$, $m_2 = 10 \text{ кг}$). Оба тела одновременно полностью опустили в воду. Плотность первого тела $\rho_1 = 7700 \text{ кг/м}^3$. Груз какой массы и в какую точку А, В, С или Д необходимо подвесить, чтобы система вновь пришла в равновесие (плотность воды — 1000 кг/м^3 . Дополнительные грузы, подвешиваемые в точках В и Д, не погружаются в воду. Рассмотрите все возможные варианты.



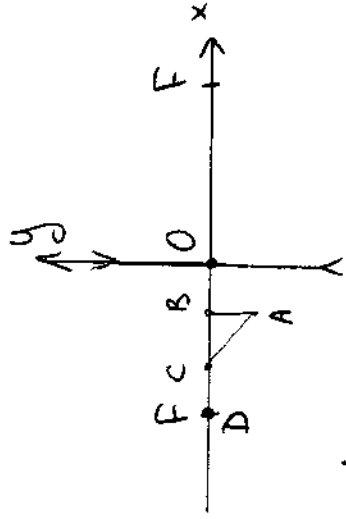
$m_1 \sqrt{g_1} = m_2 \sqrt{g_2}$
 $g_2 = \frac{m_1^2 g_1}{m_2^2} = \frac{g_1}{2}$
 $M_B - \text{груз, пов. к точке В}$
 $M_D - \text{груз, пов. к точке Д}$
 $M_C - \text{плотность груза } M_B$
 $M_D - \text{плотность груза } M_D$
 $V_B = \frac{M_B}{\rho_B}$
 $V_D = \frac{M_D}{\rho_D}$
 $V_B = V_D$, т.к. объём тел равен (но генерация)
 $M_B \cdot CD - M_B \cdot BC + M \cdot (CD - \frac{AD}{2}) \cdot g = 0$
 $\frac{AD}{2} = \frac{(M_B + M) \cdot CD - M_B \cdot BC}{M} = l$ — длина всего рычага

6. Найдите эквивалентное сопротивление цепи, указанной на рисунке, $r = 10 \text{ Ом}$, напряжение приложено к точкам А и О.



Расставим токи с учетом закона Ома
 где u — электродвижущая сила
 $I_0 = 15 \text{ Т}$
 $I_0 = 7 \text{ Т}$
 $R_0 = \frac{U_0}{I_0} = \frac{7}{15} r = 4,67 \text{ Ом}$
 Схема эквивалентна оси АО.

N2



$$F = \frac{1}{2} \text{zgnir} = 0,5 \text{ m}$$

x_i - абсцисса точки i

y_i - ордината точки i

i - номер индексна точка i

$i(x, y)$ означава, что $\begin{cases} x_i = x \\ y_i = y \end{cases}$

$$OB + CD + BC = F$$

$$2OB = F - CD$$

$$OB = CF = \frac{F - CD}{2} = 0,15 \text{ m}$$

Порисува точката и ъгъла за точка i :

$$\frac{1}{-F} = \frac{1}{-x_i} + \frac{1}{x_{i'}} + \frac{1}{x_{i''}}$$

$$\frac{1}{x_{i'}} = \frac{1}{x_i} - \frac{1}{F}$$

$$x_{i'} = \frac{1}{\frac{1}{x_i} - \frac{1}{F}}$$

i червят на $i0 \Rightarrow \frac{x_i}{y_i} = \frac{x_{i'}}{y_{i'}}$

$$y_{i'} = \frac{x_{i'}}{x_i} \cdot y_i$$

$$A(-0,15 \text{ m}; -0,2 \text{ m})$$

$$B(-0,15 \text{ m}; 0)$$

$$C(-0,35 \text{ m}; 0)$$

$$x_{A'} = -0,1154 \text{ m}$$

$$y_{A'} = -0,1539 \text{ m}$$

$$x_{B'} = -0,1154 \text{ m}$$

$$y_{B'} = 0$$

$$x_{C'} = -0,2059 \text{ m}$$

$$y_{C'} = 0$$



$$x_{A'} = x_{B'} \Rightarrow A'B' \parallel Oy \quad | \Rightarrow \triangle A'B'C' - \text{прямоугольный} (\angle B' = 90^\circ)$$

$$y_{B'} = y_{C'} \Rightarrow B'C' \parallel Ox$$

$$S_{\triangle A'B'C'} = \frac{1}{2} A'B' \cdot B'C' = \frac{1}{2} \cdot (y_{B'} - y_{A'}) (x_{B'} - x_{C'}) = -\frac{1}{2} y_{A'} (x_{B'} - x_{C'}) = 69,64 \text{ см}^2$$

Ответ: 69,64 см²

①

