

Шстовик

Задача N4

\* t - время, T - температура  
 Температура в ванне уменьшилась  $\Rightarrow$  пришло тепла  
 равен отводу  $Q_{\text{приход}} = Q_{\text{отвод}} \Rightarrow \frac{Q_{\text{приход}}}{dt} = \frac{Q_{\text{отвод}}}{dt} \Rightarrow N_{\text{приход}} = N_{\text{отвод}}$

$N_{\text{приход}} = N_{\text{воздух}} = \frac{Q_{\text{воздух}}}{dt} = \frac{c \cdot m \cdot \Delta T}{dt}$   
 за промежуток времени dt масса уменьшается масса  
 воды длиной v dt = lb  $\frac{c \cdot v \cdot lb \cdot \Delta T}{dt} = \frac{c \cdot S \cdot l \cdot v \cdot \Delta T \cdot g \cdot b}{dt}$

$$N_{\text{приход}} = \frac{c \cdot v \cdot g \cdot b \cdot \Delta T}{dt} = c \cdot S \cdot l \cdot v \cdot g \cdot b \cdot \frac{\Delta T}{dt}$$

$$= c \cdot S \cdot l \cdot v \cdot g \cdot b \cdot \Delta T = c \cdot S \cdot l \cdot v \cdot g \cdot b \cdot |T_2 - T_1|$$

$$N_{\text{отвод}} = N_{\text{стенка}} = k |T_0 - T_2| \text{ по формуле}$$

$$c \cdot S \cdot l \cdot v \cdot g \cdot b \cdot |T_2 - T_1| = k |T_0 - T_2|$$

$$S \cdot b = \frac{k |T_0 - T_2|}{c \cdot l \cdot v \cdot g \cdot b \cdot |T_2 - T_1|} = \frac{100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 10^\circ\text{C} \cdot 1000 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,5 \text{ м} \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 1000 \frac{\text{с}}{\text{м}^2}}{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,5 \text{ м} \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 1000 \frac{\text{с}}{\text{м}^2} \cdot 1000 \frac{\text{с}}{\text{м}^2} \cdot 20^\circ\text{C}} = \frac{200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}}{4200 \cdot 0,5} \text{ м}^2 = 0,952 \text{ м}^2$$

Ответ: площадь стенки =  $\frac{k |T_0 - T_2|}{c \cdot l \cdot v \cdot g \cdot b \cdot |T_2 - T_1|} \approx 0,952 \text{ м}^2$



1 65  
③ 1 2 3 4 5 6 | 8  
9 10 15 25 3 65

6887

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПБГУ

2017-2018

Заключительный этап

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

Город, в котором проводится Олимпиада Санкт-Петербург

Дата 18.02.2018

\*\*\*\*\*

Вариант 1

1. В калориметр вливают 1 ложку теплой воды. При этом его температура возрастает на 2°C. После того, как в калориметр влили ещё одну ложку тёплой воды, температура возросла ещё на 1°C. На сколько увеличится температура в калориметре, если в него влить ещё 26 ложек воды? Теплообмен с окружающей средой не учитывайте. Удельная теплоёмкость воды — 4200 Дж/(кг·°C).

2. Равнобедренный прямоугольный треугольник

ABC расположен перед тонкой собирающей линзой

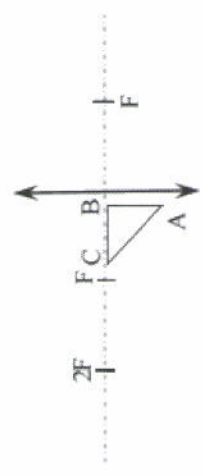
силой 4 дптр так, что его катет BC лежит на главной

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 = 15 см.

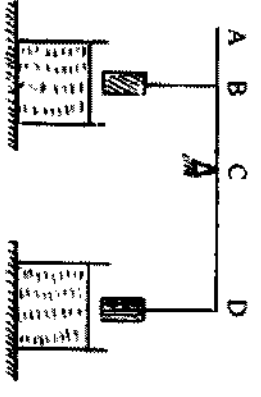
Постройте изображение треугольника и найдите площадь полученной фигуры.



3. Первые 2 часа телега ехала со скоростью 12 м/с, вторую 1/4 пути — со скоростью 21 м/с, третью часть пути — со скоростью 5 м/с. Какой прошла телега за 10 часов?

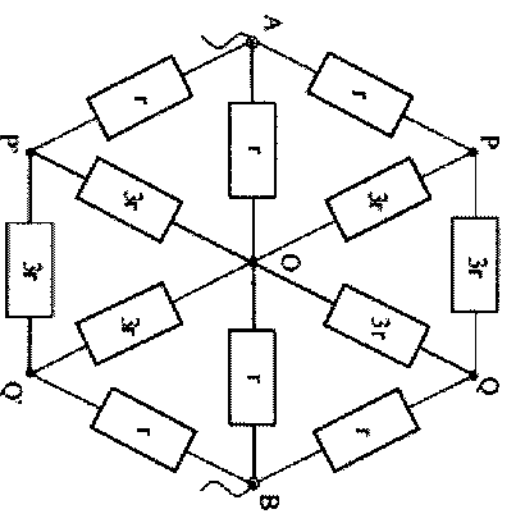
4. Чтобы поддерживать комфортную температуру в ванне, находящейся на улице в нее непрерывно добавляют горячую воду при температуре  $T_1 = 60^\circ\text{C}$ . Скорость воды в подводящей трубе  $V = 0.5 \text{ м/с}$ . Известно, что мощность теплообмена ванны с окружающим воздухом пропорциональна разности температур:  $P = k|T_0 - T_1|$ , где  $k = 100 \text{ Дж/(с}\cdot^\circ\text{C)}$ ,  $T_0 = 0^\circ\text{C}$  — температура окружающей среды. Определите, каким должно быть сечение подводящей трубы, для того, чтобы в ванне установилась температура  $T_2 = 40^\circ\text{C}$ . Уровень воды поддерживается постоянным за счёт вытекания её из ванны. Удельная теплоёмкость воды  $c = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$ . Считайте, что поступающая вода успевает перемешаться с водой, которая была в ванне.

5. На однородном рычаге ( $M = 400 \text{ г}$ ) уравновешены два тела равных объёмов. К точке В подвешено тело



массой  $m_1 = 500 \text{ г}$  и плотностью  $\rho_1 = 7000 \text{ кг/м}^3$ . Оба тела одновременно опустили в воду. Груз какой массы и в какую точку А, В, С или D необходимо подвесить, чтобы система вновь пришла в равновесие ( $AB = 0.4 \text{ м}$ ,  $BC = 0.8 \text{ м}$ ,  $CD = 1 \text{ м}$ )? Тела погружены в воду полностью. Плотность воды —  $1000 \text{ кг/м}^3$ . При подвешивании дополнительного груза к точкам В и D он не погружается в воду. Рассмотрите все возможные варианты.

6. Чему должно быть равно  $r$  для того, чтобы эквивалентное сопротивление цепи было  $R_{\text{экр}} = 100 \text{ Ом}$ ?



Составим уравнения теплового баланса для трех

взаимодействующих тел суммарный:

$$\begin{cases} c_b \cdot m_b \cdot dt_1 = c_k \cdot M_k \cdot dT_1 & \textcircled{1} \downarrow \textcircled{3} \\ c_b \cdot m_b \cdot dt_2 = c_k (M_k + m_b) dT_2 & \textcircled{2} - \\ c_b \cdot 2m_b \cdot dt_3 = c_k (M_k + 2m_b) dT_3 & \textcircled{3} \end{cases}$$

$T_0$  - изначальная температура

$T$  - изн. темп-ра равновесия

$$\begin{aligned} dt_1 &= T_0 - (T + dt_1) \Rightarrow dt_2 = dt_1 - dT_2 \quad (*) \\ dt_2 &= T_0 - (T + dt_1 + dT_2) \Rightarrow dt_3 = dt_2 - dT_3 = dt_1 - dT_2 - dT_3 \\ dt_3 &= T_0 - (T + dt_1 + dT_2 + dT_3) \Rightarrow \end{aligned}$$

$$\frac{dt_1}{dT_2} = \frac{M_k}{M_k + m_b} \cdot \frac{dT_1}{dT_2}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{1} & \\ \textcircled{2} & (M_k + m_b) dT_2 \cdot dt_1 = M_k \cdot dT_1 (dT_1 - dT_2) \\ & (M_k + m_b) \cdot T_0 \cdot dt_1 = M_k \cdot T_0 \cdot C (dT_1 - T_0) \end{aligned}$$

$$(M_k + m_b) dt_1 = M_k \cdot 2 dt_1 - 2M_k$$

$$(m_b - M_k) dt_1 = -2M_k$$

$$M_k = \frac{(M_k - m_b) dt_1}{2 dt_1}$$

$$2M_k = M_k dt_1 - m_b dt_1$$

$$M_k (2 - dt_1) = -m_b dt_1$$

$$M_k = m_b \cdot \frac{dt_1}{dt_1 - 2} > 0$$

$$\frac{dt_1}{dt_1 - 2} > 2$$

(вернее)

$$c_b m_b dt_1 = c_k M_k 2 dt_1$$

$$\textcircled{2} : 26 \frac{dt_3}{dt_1} = \frac{(M_k + 2m_b) dT_3}{M_k dT_1}$$

$$\textcircled{1} : \frac{dt_1 dT_2 - dT_3}{dt_1} = \frac{(M_k - m_b) dt_1 + 2m_b}{2} \frac{dT_3}{M_k dt_1}$$

В уравнении сразу, что вода меньше, т.е. ее температура будет больше темп-ры равновесия. Тут температура равновесия очень мало, поэтому можно считать, что вода по сравнению с водой в одной емкости пренебрежительно мала по сравнению с массой равновесия ( $m_b \ll M_k$ )

Учмабар

№3



S	V	t
1)	12w/c	2r
2)	4S	21w/c
3)	5w/c	

Уг гуравбууд амарбаарцааг хөтөлгөөний, үнэ  $S_1 = S_2 = 4S$

$$S_1 = V_1 t_1 = 12w/c \cdot 2 \cdot 3600c = 86400u$$

$$t_2 = \frac{S_2}{V_2} = \frac{S_1}{V_2} = \frac{86400u}{21w/c} = \frac{28800c}{7} r$$

Мөрөөг гурван жилд

га бүрэн  $t_1 + t_2 = 2r + \frac{8}{7}r = \frac{22}{7}r$

нүгэм  $2S_1 = 2 \cdot 86400u = 172800u$

Доторхоо бүрэн

$$\frac{1}{2}S = S_3 = 172800u$$

$$t_3 = \frac{172800u}{5w/c} = 34560c = 9,6r$$

$$10r - \frac{22}{7}r = \frac{48}{7}r = t_3'$$

Хэе үргэлжээр гурван жилд бүрэн

$$S_3 = V_3 t_3' = 5w/c \cdot \frac{48}{7} \cdot 3600c \approx 123428,57u$$

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = 172800u + 123428,57u = 296228,57$$

Үнэм:  $2 \cdot V_1 t_1 + V_3 \cdot (10r - (t_1 + \frac{S_1}{V_2}))$

~~$2 \cdot V_1 t_1 + V_3 \cdot (10r - (t_1 + \frac{S_1}{V_2}))$~~

296228,57u