

1	2	3	4	Σ
10	4	2	13	29

ЛИСТ 1 ИЗ 8

8-19

ШИФР (заполняется Оргкомитетом)

№1
Дано:
 $\alpha = 60^\circ$
(угол между стрелками)

Найти:
 t_1 - ?
 t_2 - ?
(когда снова будет α ?)

Решение:

1) Поскольку нам не сказано какая стрелка стоит раньше, то возможно два случая:

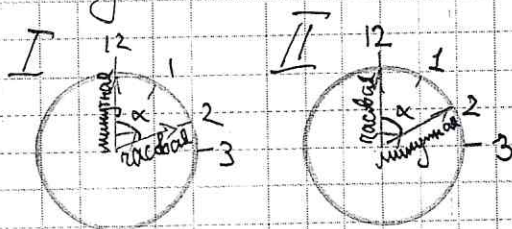
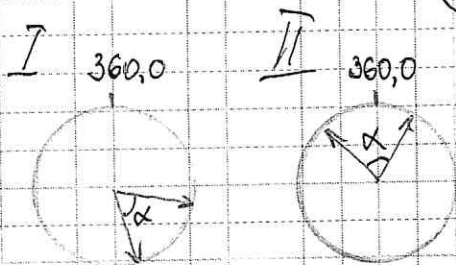


рис. 1

2) Когда следующий раз между стрелками будет угол α из качеств. сообразений их положение будет следующим:



(если мы прикинули нач. положение как на рис. 1, то на самом деле нач. полож. нам не важно и можно лишь для простоты по-прежнему)

3) Рассчитаем σ каждой стрелки.

$$\sigma_{\text{мин}} = \frac{360^\circ}{(12 \cdot 60) \text{ мин}} = 6^\circ / \text{мин}$$

$$\sigma_{\text{час}} = \frac{360}{(12 \cdot 60) \text{ мин}} = 0,5^\circ / \text{мин}$$

4) I случай (скорость в одну сторону)
 α - стрелка должна догнать и обогнать

$$t_1 = \frac{2\alpha}{\sigma_{\text{мин}} - \sigma_{\text{час}}} = \frac{2 \cdot 60^\circ}{6 - 0,5} \approx 21,8 \text{ мин}$$

5) Если сказать что 12 ч принимает координату 0 или 360. Это во втором случае положение минутной стрелки будет:

$$\alpha_{мин} = 360 - \alpha - \sigma_{мин} t_2$$

А газовой:

$$\alpha_{газ} = \sigma_{газ} t_2 + 0$$

По условию $\alpha_{мин} + \alpha_{газ} = \alpha$:

$$360 - \alpha - \sigma_{мин} t_2 + \sigma_{газ} t_2 = \alpha$$

$$360 - \sigma_{мин} t_2 + \sigma_{газ} t_2 = 2\alpha$$

$$(\sigma_{мин} - \sigma_{газ}) t_2 = 360 - 2\alpha$$

$$t_2 = \frac{360 - 2\alpha}{\sigma_{мин} - \sigma_{газ}} = \frac{360 - 2 \cdot 60}{6 - 0,5} \approx 43,6 \text{ мин}$$

Ответ: Возможно два случая:

$$t_1 = 21,8 \text{ мин}$$

$$t_2 = 43,6 \text{ мин}$$

N2

Дано:

график $t(\tau)$

$$\tau_k = 10 \text{ мин}$$

$$\Delta m = 100 \text{ г}$$

Найти:

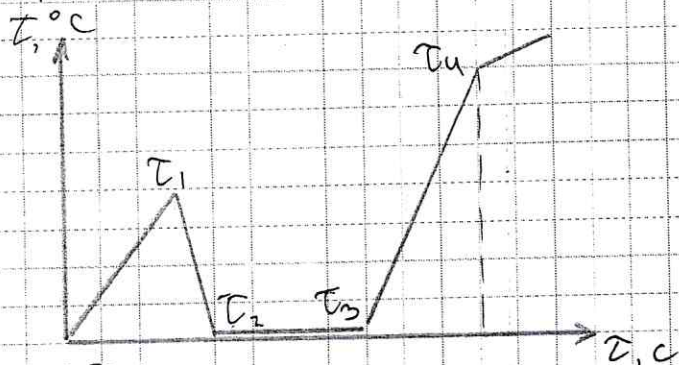
P - ?

m_1, m_2 - ?

t_1, t_2 - ?

$\Delta t(t_1)$ - ?

Решение:



1) Объяснение фаз. процессов.

1) Нагрев обоих тел (очевидно, м.к $\Delta t \uparrow$)

2) $\Delta t \downarrow \Rightarrow$ одно тело уже на нуле и начало таять, а второе еще идет до нуля

3) оба тела таят (м.к $\Delta t = 0$)

25

4) Одно расплавилось, а второе еще плавится (первое уже начало греться $\Rightarrow \Delta t \uparrow$)

5) k наклона поменялся \Rightarrow оба расплавились и греются

2) Снимаем значения всех τ

$$\tau_1 = 70 \text{ с}$$

$$\tau_2 = 95 \text{ с}$$

$$\tau_3 = 345 \text{ с}$$

$$\tau_4 = 460 \text{ с}$$

3) Так мы не знаем какое тело быстрее дошло до момента начала плавления (кажальные t то разные!)
Это рассмотрим два случая. неверно

$$P_1, \begin{cases} \tau_{пл1} = (345 - 70) \text{ с} \\ \tau_{пл2} = (460 - 95) \text{ с} \end{cases}$$

$$P_2, \begin{cases} \tau_{пл1} = (460 - 70) \text{ с} \\ \tau_{пл2} = (345 - 95) \text{ с} \end{cases}$$

Мы точно знаем, что разность времен плавления лодочек — это плавление у большой лодочки массы Δm . Отсюда находим P

Для каждого случая:

$$P_1 \Delta \tau_{\text{пл}_1} = \lambda \Delta m$$

$$P_2 \Delta \tau_{\text{пл}_2} = \lambda \Delta m$$

$$P_1 = \frac{\lambda \Delta m}{\Delta \tau_{\text{пл}_1}} = \frac{330 \cdot 10^3 \cdot 0,1}{(460-95) - (345-70)} \approx 367 \text{ Вт} \quad +7,5$$

$$P_2 = \frac{\lambda \Delta m}{\Delta \tau_{\text{пл}_2}} = \frac{330 \cdot 10^3 \cdot 0,1}{(460-70) - (345-95)} \approx 236 \text{ Вт}$$

2) Исходя из времени плавления найдем массу льдинки для каждого случая

$$P_1 (465-95) \text{ с} = \lambda m_1'$$

$$P_1 (345-70) \text{ с} = \lambda m_2'$$

$$m_1' = \frac{P_1 (465-95) \text{ с}}{\lambda} = \frac{367 (465-95)}{330 \cdot 10^3} \approx 0,41 \text{ кг} \quad +1,5$$

$$m_2' = \frac{P_1 (345-70) \text{ с}}{\lambda} = \frac{367 (345-70)}{330 \cdot 10^3} \approx 0,31 \text{ кг}$$

-1,5

не отбрасывай

IIй случай

$$m_2'' = \frac{P_2 (460-70)}{\lambda} = \frac{236 (460-70)}{330 \cdot 10^3} \approx 0,28$$

$$m_2' = \frac{P_2 (345-95)}{\lambda} = \frac{236 (345-95)}{330 \cdot 10^3} \approx 0,18$$

3) Для вычисления начальной температуры тел найдем C_k .

Ответ: I: $P_1 = 367 \text{ Вт}$ II: $P_2 = 236 \text{ Вт}$

$$m_1 = 0,41 \text{ кг}$$

$$m_1 = 0,28 \text{ кг}$$

$$m_2 = 0,31 \text{ кг}$$

$$m_2 = 0,18 \text{ кг}$$

№3

Дано:

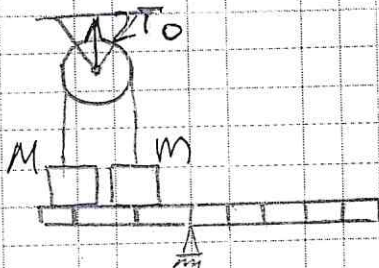
$$m = 4,0 \text{ кг}$$

$$T_0 = 25 \text{ Н}$$

Найти:

$$M = ?$$

Решение:



1) Рассмотрим условие равновесия системы груз + нить + блок + стержень

$$2mg + 2T \cdot \frac{3}{2} l = Mg \cdot 2l + mgl$$

$$2mg + 3T = 2Mg + mg$$

$$mg + 3T = 2Mg$$

25.

2) Рассмотрим нить. На нее с двух сторон в противоположные стороны действуют Mg и mg :

$$|Mg - mg| = T$$

$$T \leq T_0$$

неверно, вес учесть
или давить опор

$$a) \begin{cases} |Mg - mg| = T \\ T \leq T_0 \end{cases}$$

$$T \leq T_0$$

$$mg + 3T = 2Mg$$

$$mg = 2Mg - 3T$$

$$|Mg - (2Mg - 3T)| = T$$

$$|Mg + 3T| = T$$

5) Раскроем модуль

$$\begin{cases} Mg - 3T = T \\ 3T - Mg = T \end{cases}$$

$$M_1 g = 4T$$

$$M_2 g = 2T$$

Макс. значение $T = T_0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow 2T_0 \leq Mg \leq 4T_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 50 \text{ Н} \leq Mg \leq 100 \text{ Н}$$

Рассмотрим равновесие системы
если нить порвалась в этом случае:

$$\text{или } Mg = mg + T_0 = 40 \text{ Н} + 25 \text{ Н} = 65 \text{ Н},$$

$$\text{или } Mg = mg - T_0 = 15 \text{ Н}$$

Рассмотрим условие равновесия
в обоих случаях

$$Mg \cdot 2l + mgl = 2mgl \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Mg \cdot 2l = mgl$$

$$2Mg = mg$$

$$1) 2 \cdot 65 \neq 40$$

$$2 \cdot 15 \neq 40 \Rightarrow \text{предела значений}$$

Mg :

$$50 \text{ Н} \leq Mg \leq 65 \text{ Н} \quad 50 \text{ Н} \leq Mg \leq 65 \text{ Н}$$

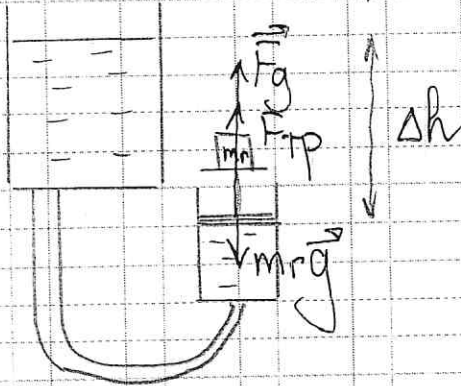
$$5 \text{ кг} \leq M \leq 6,5 \text{ кг} \quad 5 \text{ кг} \leq M \leq 6,5 \text{ кг}$$

Ответ: $5 \text{ кг} \leq M \leq 6,5 \text{ кг}$

$$5 \text{ кг} \leq M \leq 6,5 \text{ кг}$$

№4

1) Рассмотрим равновесие системы:



$$F_g + F_{TP} = mrg$$

$$\rho_0 g \Delta h S + F_{TP} = mrg$$

$$\rho_0 g \Delta h S = mrg - F_{TP}$$

$$\Delta h = \frac{mr}{\rho_0 S} - \frac{F_{TP}}{\rho_0 g S} \quad (1)$$

2) Изобразим график $\Delta h(mr)$ и проведем аппроксимирующую прямую. Исходя из уравнения 1 заметим, что коэффициент ее наклона $k = \frac{1}{\rho_0 S} \Rightarrow$ найдя k , можно найти S , по ф-ле

$$S = \frac{1}{k \rho_0}$$

3) Возьмем k

$$k = \frac{\Delta h_A - \Delta h_B}{m_A - m_B} = \frac{2,15 м - 1,41 м}{100 г - 22,5 г} \approx 0,0095 \text{ м/г}$$

4) Отсюда S :

$$S = \frac{1}{0,0095 \text{ м/г} \cdot 1 \text{ г/см}^3} = \frac{1}{0,95 \text{ см}^2} \approx 1,1 \text{ см}^2$$

4) Из уравнения (1) можно заметить, что $\frac{F_{тр}}{\rho_0 g S}$ это y и прямой на графике коэффициент b ($y = kx + b$). Тогда по графику (экстраполируем его до оси Δh) и найдем, что

$$|b| = 1,9 \text{ м} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1,9 \text{ м} = \frac{F_{тр}}{\rho_0 g S}$$

$$|b| \rho_0 g S = F_{тр}$$

$$F_{тр} = 1,9 \text{ м} \cdot 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \cdot (1,1 \cdot 10^{-4}) \text{ м}^2 \approx$$

$$\approx 2,1 \text{ Н}$$

5) Выразим m из ур. (1):

$$m = \rho_0 g S h_s + F_{тр}$$

Подставим значения для $F_{тр}$, S и h_s (м):

$$m = \frac{1000 \cdot 10 \cdot 1,9 \cdot 1,1 \cdot 10^{-4} + 2,1}{10}$$

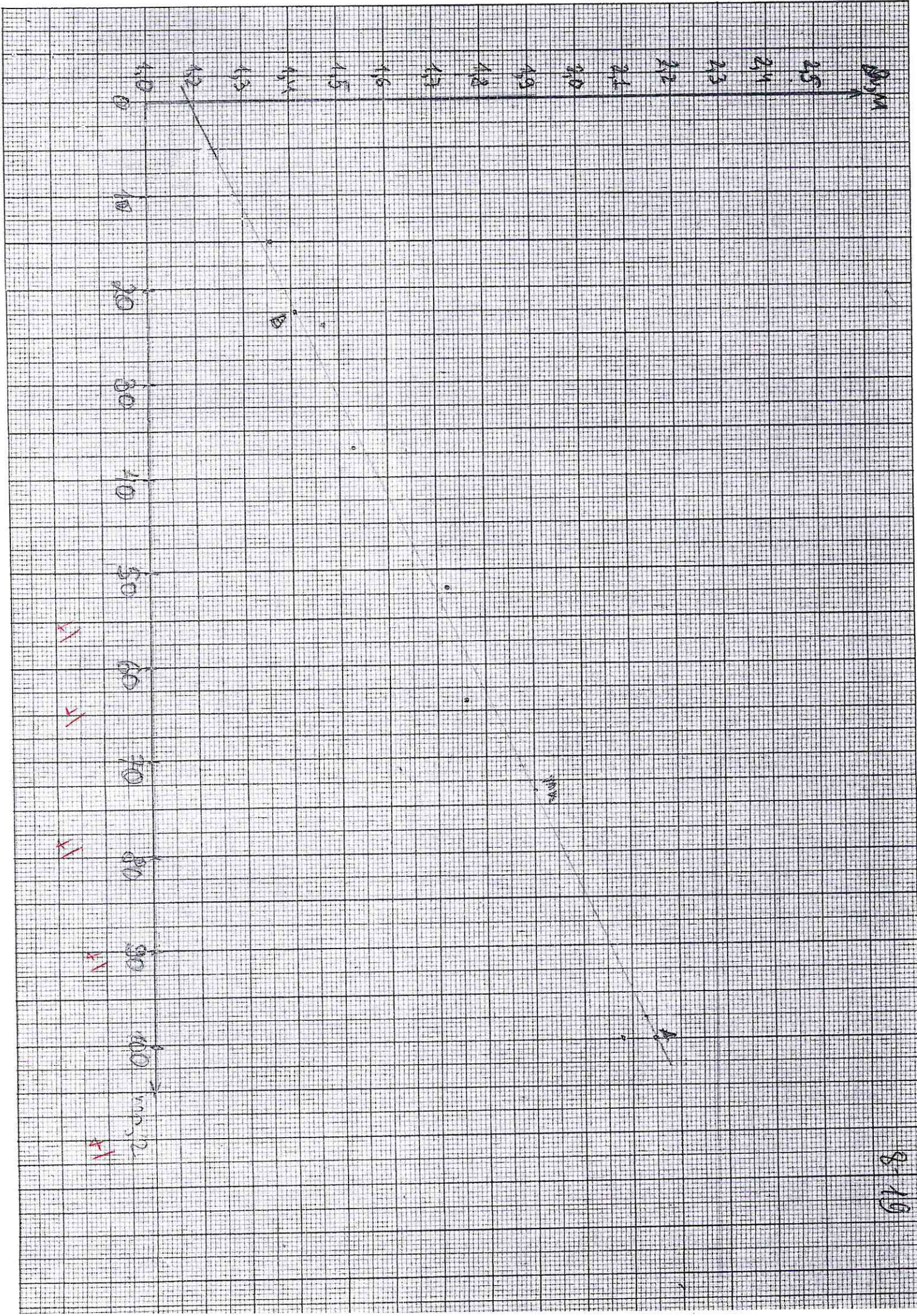
Найдем по графику примерной значе-
 ние для m_x оно примерно равно
 74, ~~74~~ г

Ответ: $S = 1,1 \text{ см}^2$

$$F_{тр} = 2,1 \text{ Н}$$

$$m_x = 74 \text{ г}$$

+1



ЛИСТ 1 из 2

8-19

ШИФР (заполняется Оргкомитетом)

№1
Дано:

$$m = 7 \text{ кг}$$

$$L = 80 \text{ см}$$

Найти:

$$F = ? \text{ Н}$$

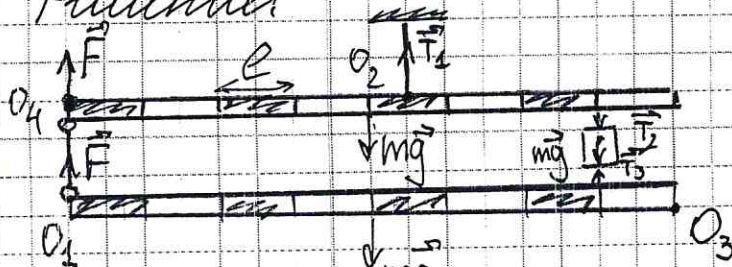
$$T_1 = ? \text{ Н}$$

$$T_2 = ? \text{ Н}$$

$$T_3 = ? \text{ Н}$$

$$x = ? \text{ см}$$

Решение



1) Для поиска T_3 запишем правило моментов для нижнего стержня относительно O_1 :

$$mg \cdot 4\ell = T_3 \cdot 7\ell$$

$$T_3 = \frac{4mg}{7}$$

$$T_3 = 40 \text{ Н}$$

2) Зная T_3 запишем правило моментов для того же стержня отн. O_3 :

$$F \cdot 8\ell + T_3 \cdot \ell = mg \cdot 4\ell$$

$$F = \frac{4mg - T_3}{8}$$

$$F = 30 \text{ Н}$$

3) На нить T_2 действует сила тяжести подвешенной на ней блока и сила натяжения T_3 :

$$T_2 = mg + T_3$$

$$T_2 = 110 \text{ Н}$$

4) Из рисунку в условии видно, что $x \geq 4\ell$ ведь иначе все моменты

сил, действующих на верхний стержень направлены в одну сторону, отсюда запишем правило моментов для этого стержня, отн. O_2 (т. подвеса нити T_2):

~~$$Fx = mg(x - 4l) + mg(x - 7l)$$~~

~~mg~~

$$Fx + T_2(7l - x) = mgx - 4l$$

$$T_2 \cdot 7l + mg \cdot 4l = (T_2 + mg + F)x$$

$$x = \frac{(T_2 + mg \cdot 4)l}{T_2 + mg + F}$$

(исходя из рисунка $l = \frac{4}{8} = \frac{80}{8} = 10 \text{ см}$)

$$\Rightarrow x = 50 \text{ см}$$

Чтобы найти значение T_1 . Запишем правило моментов для стержня отн. O_1 :

$$T_1 x = mg \cdot 4l + 7l \cdot T_2$$

$$T_1 = \frac{mg \cdot 4l + T_2 \cdot 7l}{x}$$

$$T_1 = 210 \text{ Н}$$

Ответ: $T_1 = 210 \text{ Н}$

$$T_2 = 110 \text{ Н}$$

$$T_3 = 40 \text{ Н}$$

$$F = 30 \text{ Н}$$

$$x = 50 \text{ см}$$

№3

Дано:

$$\rho_1 = 0,8 \text{ г/см}^3$$

$$k = 50 \text{ Н/м}$$

$$L_0 = 10 \text{ см}$$

$$L = 12,5 \text{ см}$$

$$S = 10 \text{ см}^2$$

$$\rho = 1 \text{ г/см}^3$$

Найти:

h_1

$h(\Delta x)$

при каких

$k \Delta x > 0$?

Решение:

1) Сначала пружина сжата (на нее действует сила тяжести бруска)

Отсюда ее сжати:

$$mg = k \Delta x_1$$

$$\Delta x_1 = \frac{mg}{k}$$

$$\Delta x_1 = \frac{\rho_1 k S g}{k}$$

$$\Delta x_1 = 0,02 \text{ м} = 2 \text{ см} \quad \checkmark$$

2) Пружина вернется в начальное положение, когда $\Delta x = 0 \Rightarrow F_y = 0$, а отсюда F_A и mg сойдутся в равновесии:

$$mg = F_A$$

$$\rho_1 k S g = \rho S h_1 g$$

$$h_1 = \frac{\rho_1 L}{\rho}$$

$h_1 = 10 \text{ см}$ (на столько порузится брусок), а полный уровень воды в сосуде:

$$h = h_1 + L_0 = 20 \text{ см.} \quad \checkmark$$

3) Далее пружина будет растягиваться, но на величину меньшую, чем Δh ($\Delta h < \Delta x$),

Отсюда:

$$k \Delta x = \rho_0 g (\Delta h + \Delta x) S$$

$$k \Delta x = \rho_0 g \Delta h S + \rho_0 g \Delta x S$$

$$\Delta x (k - \rho_0 g S) = \rho_0 g \Delta h S$$

$$\Delta x = \Delta h \frac{\rho_0 g S}{k - \rho_0 g S}$$

сразу начина-
ется изменение!

Отсюда строим график $\Delta x(h)$:

(см. приложение), а $\Delta x > 0$ при

$$h > 20 \text{ см}$$

Ответ: 1) $\Delta x(h)$

см. приложение

2) $\Delta x > 0$ при $h > 20 \text{ см}$ ✓

№2

Дано:

$$l(s)$$

$$t = 1955 \text{ мин}$$

Найти:

$$S_n - ?$$

$$v_n - ?$$

$$\tau_n - ?$$

$$\delta_n - ?$$

Решение:

1) Построим график зав-ти $x(t)$
в один из осей где l и l про-
ра (на основе графика $l(s)$)

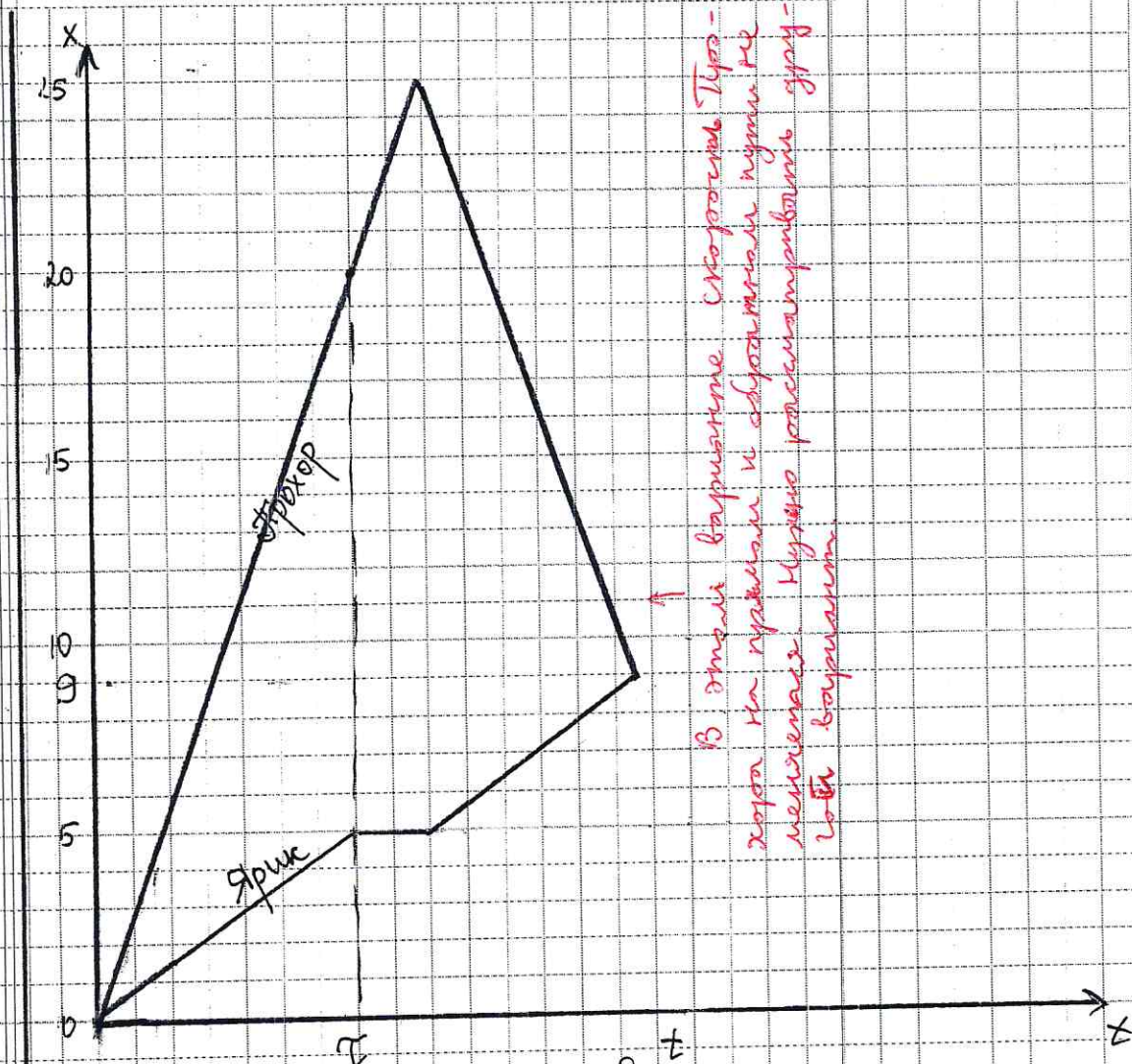
Из графика видно:

$$S_n = 25 + 16 = 41 \text{ км}$$

~~Коэффициент отрезков роста и на-
дение координаты l прохора не из-
менился. Отсюда:~~

~~$\sigma_{n1} = \sigma_{n2} = 40 \text{ я}$ (за момент време-
ни σ l прошел 5 км, а l прохор~~

20)



Видно что после разворота коэффициент наклона ~~наклона~~ ~~уменьшился~~. Отсюда наклон отрезков роста и падения координаты Фронта не уменьшился. Отсюда: $v_{\text{Ярик}} = v_{\text{Фронт}} = 4v_{\text{Я}}$ (за момент времени τ Ярик прошел 5 км, а Фронт 20) \Rightarrow

\Rightarrow

$$3) 4v_{\text{Я}} \tau = 41 \text{ км}$$

$$v_{\text{Я}} = \frac{41 \text{ км}}{4 \cdot 1255 \text{ мин}} \approx 5,3 \text{ км/ч}, \text{ а}$$

$$v_{\text{Ф}} = 4v_{\text{Я}} \approx 21,4 \text{ км/ч}$$

4) Дрик отыскал пока Трохор шёл \Rightarrow
 \Leftrightarrow (Трохор успел пройти 5 км)

$$40v_{\text{Д}} \tau_{\text{Д}} = 5 \text{ км}$$

$$\tau_{\text{Д}} = \frac{5 \text{ км}}{40v_{\text{Д}}} = \frac{5 \text{ км}}{21,4 \text{ км/ч}}$$

$$\tau_{\text{Д}} \approx 0,232 \approx 14 \text{ мин.}$$

5) Однозначность ответа обусловлена
однозначностью построения графика
 $x(t)$ для Дрика и Трохора

Ответ: $s_{\text{п}} = 41 \text{ км}$

$$k_{\text{п}} = 1$$

$$\tau_{\text{Д}} = 14 \text{ мин}$$

$$v_{\text{Д}} = 5,3 \text{ км/ч}$$

10.

11

Поскольку условия эксперимента не идеаль-
ны, то некоторое кол-во теплоты заби-
рает окр. среда. Плитку выключили не
сразу после перехода в жидкую фазу, зна-
чит в таблице есть данные где тело
не плавится, а нагревается, отсюда:
Уравнение всего процесса ($t_{\text{нач}}$ и $t_{\text{кон}}$
должны быть одинаковыми т.к. ило плавится
значит $\tau_{\text{нач}} = \tau(238,0)$ (первое) $\tau_{\text{кон}} = \tau(238,0)$
(последнее))

$$(|P - |P_T|) \Delta T_{пл} = \alpha \Delta m \quad (|P_T| \text{ теплопотери})$$

$$P - |P_T| = \frac{\alpha \Delta m}{\Delta T_{пл}} \quad (1)$$

1) Между моментами $\tau(238,0)$ предпоследнее и $\tau(238,2)$ (которое за ним) был нагрев без охлаждения \Rightarrow

$$(|P - |P_T|) \Delta T_{нагр} = c m (238,2 - 238,0)^\circ\text{C}$$

$$\frac{\alpha \Delta m}{\Delta T_{пл}} \Delta T_{нагр} = c m (238,2 - 238,0)^\circ\text{C}$$

$$\frac{\alpha \Delta m}{m (238,2 - 238,0)^\circ\text{C}} \frac{\Delta T_{нагр}}{\Delta T_{пл}} = c$$

$$c = \frac{20 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}}{238,2 - 238,0} \cdot \frac{4\text{с}}{80\text{с}} = 5 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

2) Стажение температур на участке от $\tau_1 = 50\text{с}$ до $\tau_2 = 80\text{с}$ обусловлено теплопотерями \Rightarrow

$$|P_T| = c m (t(50) - t(80))$$

$$|P_T| = 5 \cdot 10^3 \cdot 0,15 \cdot (248 - 238)$$

$$|P_T| = 7500 \text{ Вт}$$

Маркик 35

3) Отсюда мощность плитки

$$P = \frac{\alpha \Delta m}{\Delta T_{пл}} + |P_T| = 7537,5 \text{ Вт}$$

4) А застынет срезерка за время:

$$\tau_{зас} = \frac{|P_T|}{\alpha \Delta m} = \frac{7500 \text{ Вт}}{20 \cdot 10^3 \cdot 0,15} = 2,5 \text{ с}$$

Ответ: $c = 5 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$; $|P_T| = 7500 \text{ Вт}$; $\tau_{зас} = 2,5 \text{ с}$

