

1	2	3	4	Σ
10	8,5	0	-	18,5

ЛИСТ 1 ИЗ 2

8 - 18

ШИФР (заполняется Оргкомитетом)

Задача 1.8.1.

У нас существует два изначальных варианта: когда первая стрелка из двух (в угле 60° по часовой стрелке) часовая, и когда минутная.

~~Разберём первый случай.~~ Скорость часовой стрелки

$$v_4 = \frac{30}{360} \text{ от часов в час} = 30^\circ/\text{час} = 0,5^\circ/\text{мин.}$$

Скорость минутной стрелки $\frac{1}{60}$ часов в мин, значит $v_6 = 6^\circ/\text{мин}$. Тогда

в первом случае наименьший угол между иголки сначала будет увеличиваться, тогда нам нужно уменьшить наибольший угол с $360^\circ - 60^\circ = 300^\circ$ до 60° . Их скорость сближения

$$\text{будет равна } v_1 = 6^\circ/\text{мин} - 0,5^\circ/\text{мин} = 5,5^\circ/\text{мин}$$

$$\text{Тогда это займёт } t_1 = (300^\circ - 60^\circ) / 5,5^\circ/\text{мин} = 43,6 \text{ мин}$$

Во втором случае стрелки сначала встретятся, а после наберут угол в 60° . Тогда $t_2 = 60^\circ / 5,5^\circ/\text{мин} + 60^\circ / 5,5^\circ/\text{мин} = 120^\circ / 5,5^\circ/\text{мин} = 21,8 \text{ мин}$.

Ответ: через 43,6 минут или через 21,8 минут.

Задача 1.8.2.

Заметим, что от 0с до $T_1\text{с}$ первый кусок льда нагревается до 0C , т.к. для его нагрева нужна меньше энергии. От T_1 до T_2 первый кусок уже тает, а второй всё ещё тает.

От T_2 до T_3 оба куса таят и их температура равна 0C . От T_3 до T_4 первый кусок нагревается как вода, а второй тает. От T_4 оба куса нагреваются как вода. $T_1 \approx 70\text{с}$; $T_2 \approx 92\text{с}$; $T_3 \approx 345\text{с}$; $T_4 \approx 470\text{с}$.

Тогда первый кусок тает $(T_3 - T_1) = 275\text{с}$, а второй $(T_4 - T_2) = 378\text{с}$. Тогда первый получил $(P \cdot 275\text{с})$, а второй $(P \cdot 378\text{с})$.

А чтобы расплавить первый кусок (λm_1), а второй (λm_2), тогда $\lambda m_1 = P \cdot 275\text{с}$ и $\lambda m_2 = P \cdot 378\text{с}$, пренебрежём потерями, т.к. система теплоизолирована. Тогда $\lambda \Delta m = P \cdot (378\text{с} - 275\text{с})$, тогда

$$P = \frac{\lambda \Delta m}{103\text{с}} = \frac{330 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0,1 \text{кг}}{103\text{с}} = 320,4 \frac{\text{Дж}}{\text{с}}$$

Тогда $m_1 = P \cdot 275\text{с} / \lambda = 320,4 \frac{\text{Дж}}{\text{с}} \cdot 275\text{с} / 330 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} = 267\text{г}$

Тогда $m_2 = m_1 + 100\text{г} = 367\text{г}$. Нагреваясь до 0C 1 кусок

льда получил $P \cdot (T_1 - 0) = 320,4 \frac{\text{Дж}}{\text{с}} \cdot 70\text{с} = 22428 \text{Дж}$, значит

$$t_{н1} = - \left(\frac{22428 \text{Дж}}{c_{л} m_1} \right) = -40\text{C}$$

2 кусок льда получил $P \cdot (T_2 - 0) = 320,4 \frac{\text{Дж}}{\text{с}} \cdot 92\text{с} = 29476,8 \text{Дж}$, тогда $t_{н2} = - \left(\frac{29476,8 \text{Дж}}{c_{л} m_2} \right) = -38,2\text{C}$.

$$t_{к1} = P \cdot (600\text{с} - T_3) / c_{в} m_1 = 72,8\text{C}; t_{к2} = P \cdot (600\text{с} - T_4) / c_{в} m_2 = 27\text{C}$$

$$\Delta t = \left| \frac{P \cdot T_3}{c_{в} m_1} - 0 \right| = \left| \frac{P \cdot T_4}{c_{в} m_2} - 0 \right| = \left| \frac{(-38,2\text{C} + 29,1\text{C}) - 0}{1} \right| = 9,1\text{C}$$

Ответ: $P = 320,4 \frac{\text{Дж}}{\text{с}}$; $t_{н1} = -40\text{C}$; $t_{к1} = 72,8\text{C}$; $t_{н2} = -38,2\text{C}$; $t_{к2} = 27\text{C}$;
 $m_1 = 267\text{г}$; $m_2 = 367\text{г}$; $\Delta t = 9,1\text{C}$.

1	2	3	4	Σ
10	10	5	4	29

ЛИСТ 1 ИЗ 4

8-18

ШИФР (заполняется Оргкомитетом)

Задача 2.8.1

$$F_T = mg = 7 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 70 \text{ Н}$$

Относительно нижнего

маркира $4 \cdot L \cdot F_T = 2L \cdot F_2$

так как рычаг в равновесии

тогда $F_2 = \frac{4}{2} F_T = 40 \text{ Н}$

Аналогично относительно нижней точки крепления нити

$2L F_3 = 3F_T$, тогда $F_3 = \frac{3}{2} F_T = 30 \text{ Н}$. Тогда $F_1 = F_T + F_2 = 110 \text{ Н}$

Так как система в равновесии, то $F_3 \cdot x + F_T(x - 40) + F_1(x - 70) = 0$.

$$30x + 70x - 2800 \text{ Н} \cdot \text{см} + 110x - 7700 \text{ Н} \cdot \text{см} = 0;$$

$$110x + 11x = 280 \text{ см} + 770 \text{ см}; \quad 22x = 1050 \text{ см}; \quad x = 50 \text{ см}$$

$$F_4 = F_3 + F_T + F_1 = 30 \text{ Н} + 110 \text{ Н} = 70 \text{ Н} = 210 \text{ Н}$$

Ответ: $x = 50 \text{ см}$; $F_4 = 210 \text{ Н}$; $F_3 = 30 \text{ Н}$; $F_1 = 110 \text{ Н}$; $F_2 = 40 \text{ Н}$.

Задача 2.8.2

Они могли поехать в одну или в разные стороны.

Если они поехали в одну сторону, то: Пусть v_1 - скорость Ярика, v_2 - скорость Прохора. До приезда Ярика Прохор проехал $15 + 5 \text{ км} = 20 \text{ км}$, т.к. он едет впереди Ярика, а Ярик прошёл лишь 5 км, значит $v_2 = 4v_1$.

Тогда после приезда их $v_{\text{всех}} = xv_2 + v_1$, тогда

$4 \text{ км} / v_1 = 20 \text{ км} / (xv_2 + v_1)$, тогда $5 / 5v_1 = 5 / (xv_2 + v_1)$, тогда

$$50v_1 = xv_2 + v_1, \text{ значит } 4v_1 = xv_2, \text{ а значит } 4v_1 = 4xv_1,$$

значит $x = 1$, а по условию $x > 2$, значит изначально

они поехали в разные стороны. Тогда до привала
Ярика Прохор проехал $15 - 5 = 10$ км, значит $v_2 = 2v_1$.

Во время привала Прохор проехал ещё 5 км. После
привала $v_{\text{общ}} = xv_2 - v_1$, значит $\frac{20 \text{ км}}{xv_2 - v_1} = \frac{4 \text{ км}}{v_1}$;
 $\frac{5}{xv_2 - v_1} = \frac{5}{5v_1}$; $xv_2 - v_1 = 5v_1$; $6v_1 = xv_2$; $6v_1 = 2xv_1$; $x = 3$.

После привала Прохор проехал $xv_2 \cdot \frac{4 \text{ км}}{v_1} = 2xv_1 \cdot \frac{4 \text{ км}}{v_1} = 2x \cdot 4 \text{ км} = 24 \text{ км}$. Значит за эту прогулку Прохор

проехал $15 \text{ км} + 24 \text{ км} = 39 \text{ км}$.

$$\frac{5 \text{ км}}{v_1} + t_n + \frac{4 \text{ км}}{v_2} = 1 \text{ ч } 55 \text{ мин} = 115 \text{ мин}; \quad t_n = \frac{5 \text{ км}}{v_2} = \frac{5 \text{ км}}{2v_1}$$

$$\frac{10 \text{ км} + 5 \text{ км} + 8 \text{ км}}{2v_1} = 115 \text{ мин} \quad \frac{23 \text{ км}}{2v_1} = 115 \text{ мин}; \quad 23 \text{ км} = 230 \text{ мин} \cdot v_1$$

$$v_1 = 0,1 \frac{\text{км}}{\text{мин}} = 6 \text{ км/ч}, \text{ тогда } t_n = \frac{5 \text{ км}}{12 \frac{\text{км}}{\text{ч}}} = 25 \text{ мин}$$

Ответ: Прохор проехал 39 км; Прохор после разворота поехал в 3 раза быстрее; Ярик отдыхал на привале 25 минут; скорость Ярика равна $6 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

Задача 2.8.3.

Длина пружины на данный момент $(L_0 + \Delta x)$

Тогда груз погружён в воду на $(h - L_0 - \Delta x)$, тогда

$$F_A = \rho_0 \cdot S \cdot (h - L_0 - \Delta x) \cdot g, \quad F_T = \rho_1 \cdot S \cdot L \cdot g, \quad \text{тогда } F_{\text{упр}} =$$

пусть если $F_{\text{упр}} < 0$, то это значит что пружина сжата и направлена ~~с~~ $F_{\text{упр}}$ противоположное, $F_{\text{упр}} = F_A - F_T$

($F_{\text{упр}}$ - сила упругости пружины), тогда $\Delta x = F_{\text{упр}} / k$. Тогда

$$\Delta x = (\rho_0 \cdot S \cdot (h - L_0) \cdot g - \rho_0 \cdot S \cdot g \cdot \Delta x) - \rho_1 \cdot S \cdot g \cdot L / k$$

$$\Delta x = -\rho_0 \cdot S \cdot g \cdot \Delta x / k + (\rho_0 \cdot S \cdot (h - L_0) \cdot g - \rho_1 \cdot S \cdot L \cdot g) / k$$

$$\Delta X + \rho_0 \cdot S \cdot \Delta X \cdot g / k = (\rho_0 S (h - L_0) g - \rho_1 S L g) / k$$

~~$$\Delta X + 1^2 / \text{см}^3 \cdot 10 \text{см}^2 \cdot \Delta X \cdot 10^4 / \text{кг} / 50^4 / \text{м} = (1^2 / \text{см}^3 \cdot 10 \text{см}^2 (h - 12,5 \text{см}) 10^4 / \text{кг} - 11) / 50^4 / \text{м}$$~~

~~$$\Delta X + \Delta X \cdot (0,2) = (10 h^2 / \text{см} - 1252) 10^4 / \text{кг} - 11) / 0,5^4 / \text{см}$$~~

~~$$1,2 \Delta X = (0,2 h^2 / \text{см} - 1,254 - 11) / 0,5^4 / \text{см}$$~~

~~$$1,2 \Delta X = 0,2 h - 4,5 \text{ см}$$~~

~~$$\Delta X = \frac{1}{6} h - 3,75 \text{ см}$$~~

Заметим, что когда воды нет, то $\Delta X = -F_r / k =$

$$= -11 / 50^4 / \text{м} = -2 \text{ см}, \text{ это значит, что набор воды}$$

до уровня 8 см ничего не изм. меняет.

При этом, если груз полностью погружен в воду, то

$$\Delta X = (\rho_0 \cdot S \cdot (L) g - \rho_1 \cdot S \cdot L \cdot g) / k = (S \cdot L \cdot g (\rho_0 - \rho_1)) / k =$$

$$= (10 \text{см}^2 \cdot 12,5 \text{см} \cdot 10^4 / \text{кг} \cdot (1^2 / \text{см}^3 - 0,8^2 / \text{см}^3)) / 50^4 / \text{м} = 0,5 \text{ см}.$$

Значит $-2 \leq \Delta X \leq 0,5$ Значит при $h \geq 23 \Delta X = 0,5$

~~$$\text{Тогда } \Delta X = ((\rho_0 \cdot S (h - L_0) g - \rho_1 \cdot S \cdot g \cdot \Delta X) - \rho_1 \cdot S \cdot L \cdot g) / k ;$$~~

~~$$\Delta X + \rho_1 \cdot S \cdot \Delta X \cdot g / k = (\rho_0 \cdot S (h - L_0) g - \rho_1 \cdot S \cdot L \cdot g) / k$$~~

~~$$1,2 \Delta X = (1^2 / \text{см}^3 \cdot 10 \text{см}^2 (h - 10 \text{см}) 10^4 / \text{кг} - 11) / 50^4 / \text{м}$$~~

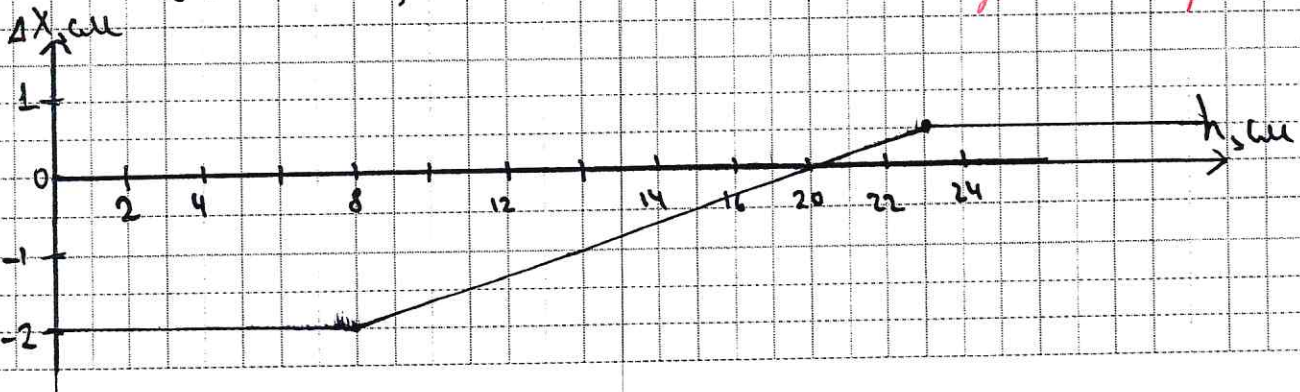
~~$$1,2 \Delta X = (10 h^2 / \text{см} \cdot 10^4 / \text{кг} - 21) / 0,5^4 / \text{см}$$~~

~~$$1,2 \Delta X = (0,2 h^2 / \text{см} - 21) / 0,5^4 / \text{см} = 0,2 h - 4 \text{ см}$$~~

~~$$\Delta X = \frac{1}{6} (h - 4 \text{ см})$$~~

это происходит при $h \in [8; 23]$

когда не растянут



Задача 2.8.4.

Заметили, что во время 42 секунды сплав уже нагревался, значит, что он расплавился, после 50 секунды сплав уже не нагревается, значит питание выключили, примерно с 40 секунды сплав начал кристаллизироваться.

$$Q_{\text{от}} = P \cdot t, \text{ значит } c \cdot 0,15 \text{ кг} \cdot 5,7^\circ\text{C} = P \cdot 6 \text{ с} \text{ и } c \cdot 0,15 \text{ кг} \cdot 2,9^\circ\text{C} = P \cdot 3 \text{ с}$$

$$0,855 \text{ с} \cdot \text{кг} \cdot ^\circ\text{C} = P \cdot 6 \text{ с}$$

$$0,435 \text{ с} \cdot \text{кг} \cdot ^\circ\text{C} = P \cdot 3 \text{ с}$$

Сплав ~~нагревался~~ ~~плавился~~ 35 ± 7 секунд, значит

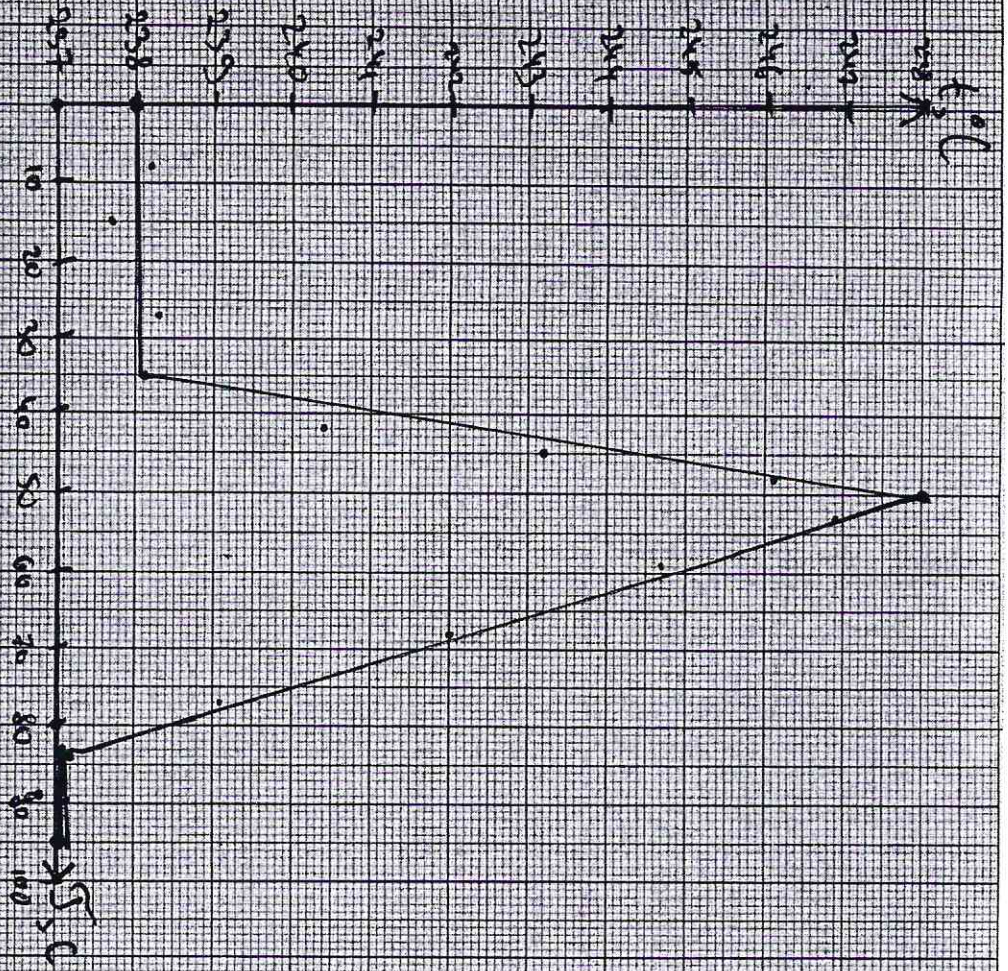
$$P \cdot 35 \pm 7 \text{ с} = \lambda m = 20 \text{ кДж/кг} \cdot 0,15 \text{ кг} = 3 \text{ кДж}$$

1.5 значит ~~$85,7 \frac{\text{Дж}}{\text{с}} < P < 731$~~ $731 \leq P \leq 85,7 \text{ (Дж/с)}$ $P \approx 79,4 \frac{\text{Дж}}{\text{с}}$

Значит $c = 79,4 \frac{\text{Дж}}{\text{с}} \cdot 6 \text{ с} / 0,15 \text{ кг} \cdot 5,7^\circ\text{C} = 557 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$

Заметили, что $T \geq 45$, т.к. в таблице не наблюдается уменьшение температуры ~~и~~ ниже $23,8 \pm 0,3^\circ\text{C}$

предик: +35



8-18