



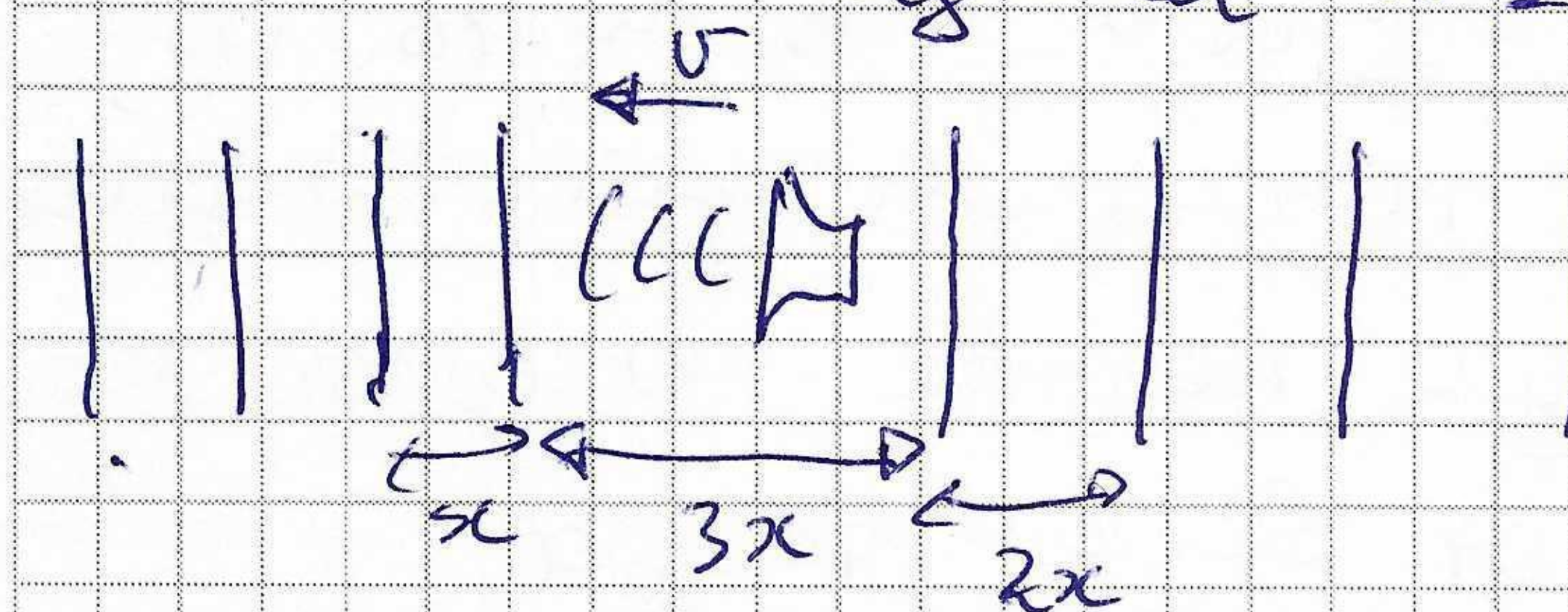
Вариант задания

1

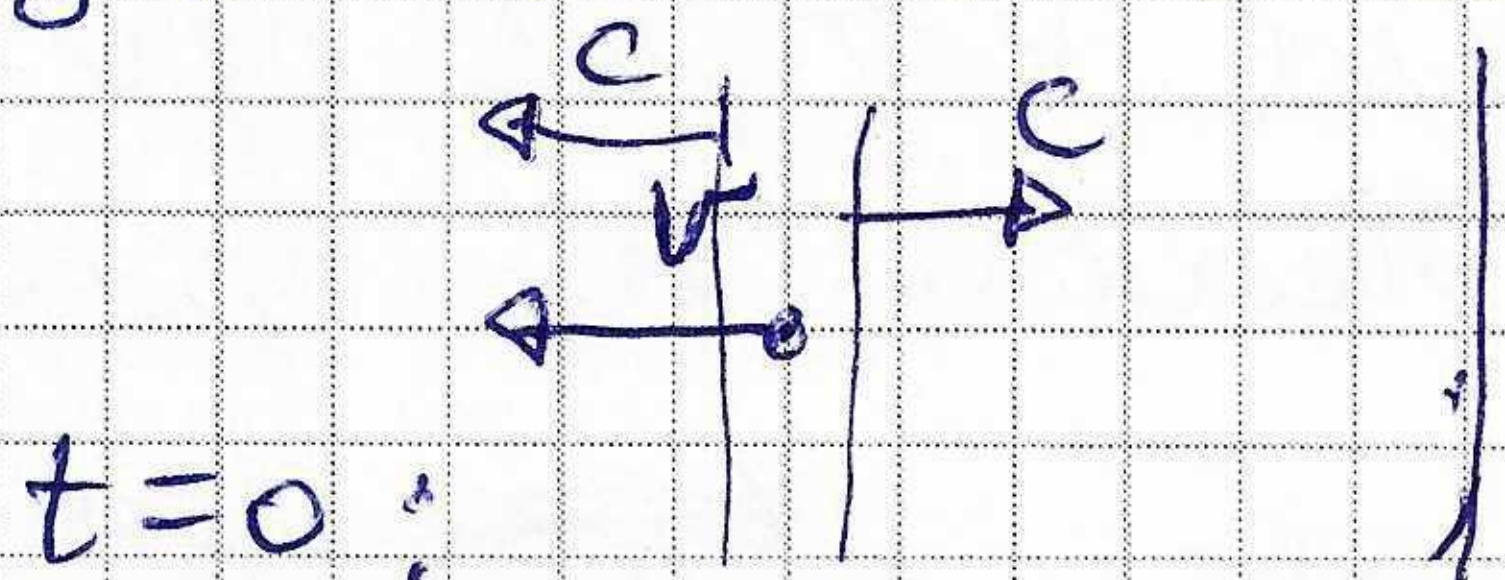
Лист работы

1 из 3

Задача №1

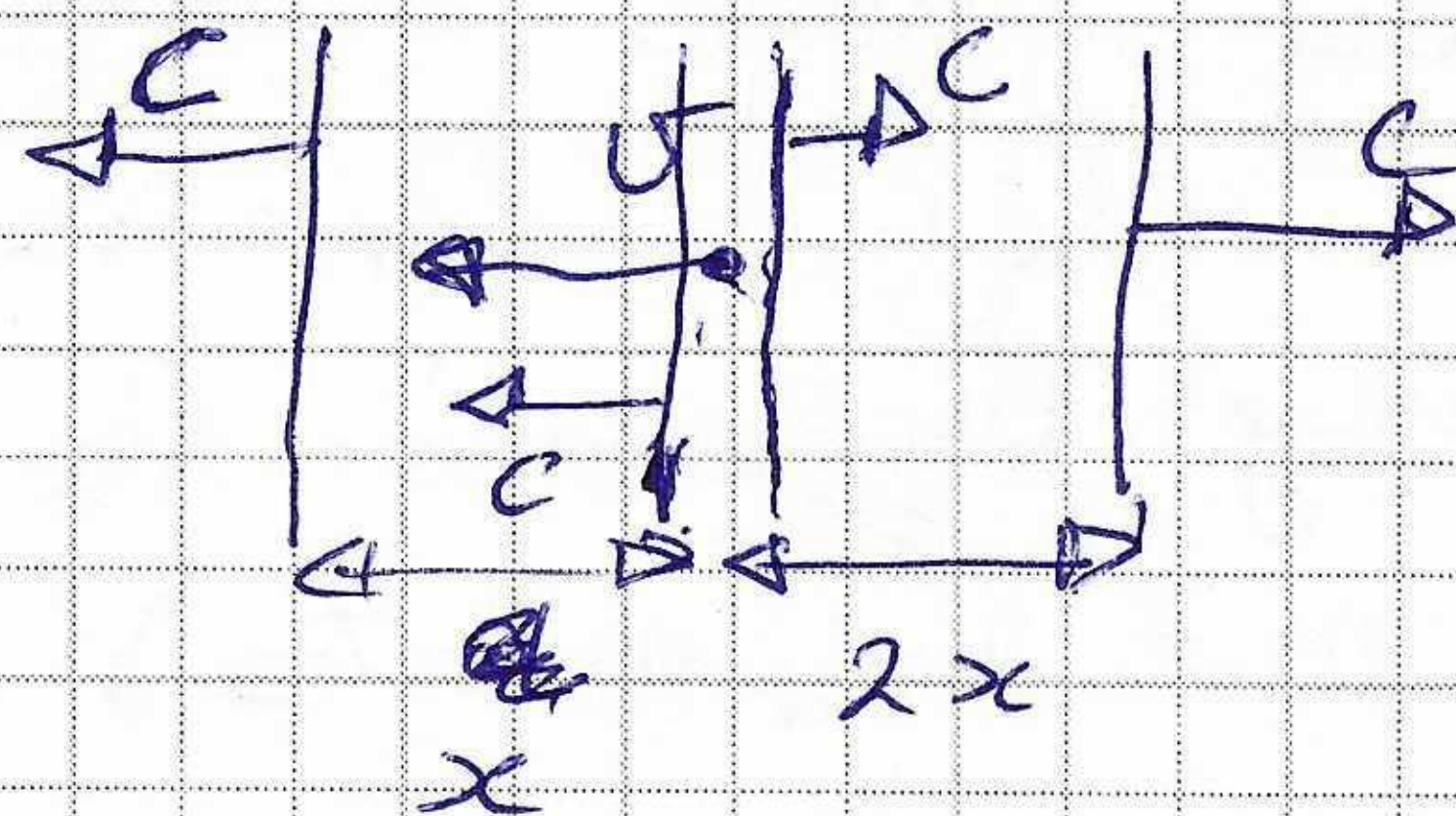


Решение:  
Пусть источник выпускает звуковые волны с периодом  $\tau$ . Расс-  
смотрим момент ког-  
да источник испустит две звук. волны!



$t=0$ :

$t=\tau$ :



$$\begin{cases} x = (c - v) \cdot \tau \\ 2x = (c + v) \cdot \tau \end{cases} \Rightarrow$$

$$\frac{c+v}{c-v} = 2 \Rightarrow v = \frac{c}{3}$$

$$c \geq 300 \text{ (м/с)}$$

$$v \geq 100 \text{ (м/с)}$$

Ответ: приблизительно 100 (м/с).

Задача №2

Дано:  $c_b = 4200 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$

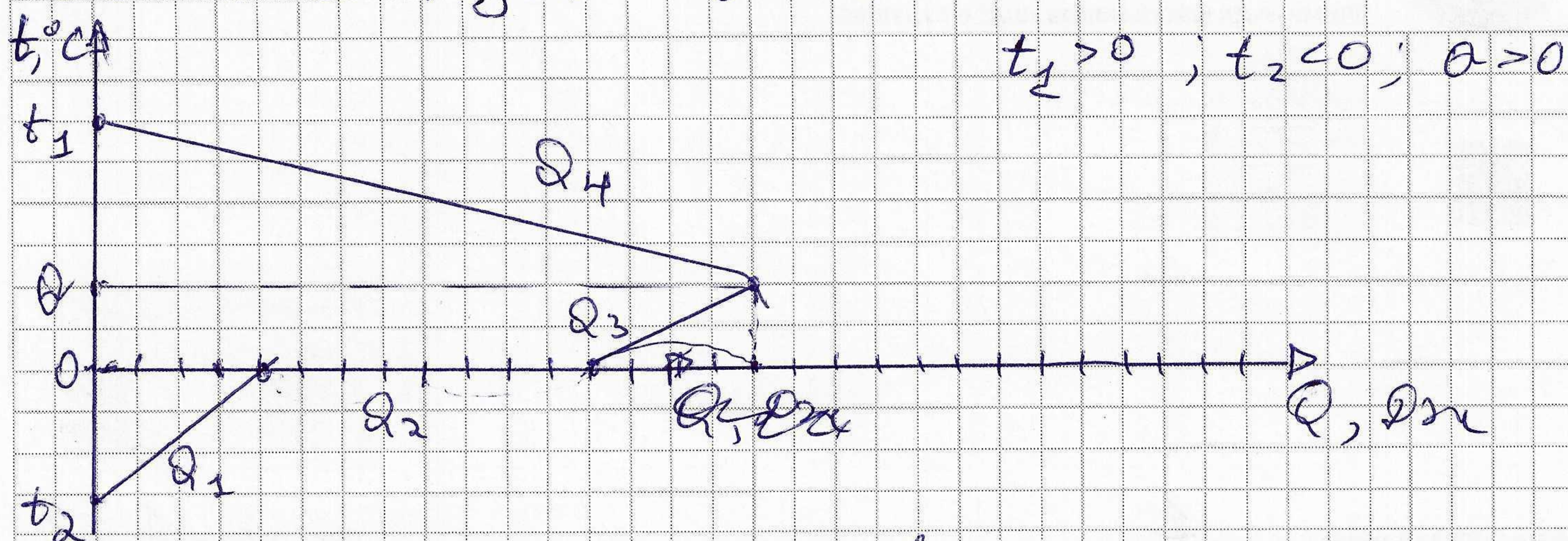
$\lambda = 0,32 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$

$c_x = 2100 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$



Найти:  $t_1$  - ? ;  $t_2$  - ? ;  $\theta$  - ?

Решение: Пусть  $m_b = m_l = m$ .



лед на протяжении всего процесса прики-  
мает тепло, а вода отдаёт его. Пусть  $Q_1$ ,  
 $Q_2$ ,  $Q_3$  - модуль кол-ва тепла которое получил  
получил лёд;  $Q_4$  - модуль кол-ва теплоты ко-  
торое было отведено от воды, тогда:

$$Q_1 = c_l \cdot m \cdot (-t_2) ; Q_2 = \lambda \cdot m ; Q_3 = c_b \cdot m \cdot \theta$$

$$Q_4 = c_b \cdot m \cdot (t_1 - \theta) ; \text{кол-во тепла от горячего}$$

водой равно кол-ву ~~взятого~~ тепла которое при-  
нял лёд.  $Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4$ . Также по гра-  
диенту выйдя;

$$Q_2 = 2 \cdot Q_1 = 2 \cdot Q_3 \Rightarrow$$

$$\lambda \cdot m = 2 \cdot c_l \cdot m \cdot (-t_2) \quad \theta = -\frac{t_2}{2}$$

$$t_2 = -\frac{\lambda}{2 \cdot c_l} \approx -76,19^\circ\text{C}$$

$$\theta \approx 38,096^\circ\text{C}$$

$$c_b \cdot m \cdot (t_1 - \theta) = c_l \cdot m \cdot (-t_2) + \lambda \cdot m + c_b \cdot m \cdot \theta$$

$$t_1 = 3 \cdot \theta + \frac{\lambda}{4200} \approx 190,47^\circ\text{C}$$

Если руководитель хотел знать сколько тепла  
получил вода или лёд в какой момент  
температура, то этот график, скорее всего не  
подойдёт для. Ответ:  $t_1 \approx 190,47^\circ\text{C}$  ;  $t_2 \approx -76,2^\circ\text{C}$  ;  $\theta \approx 38^\circ\text{C}$





Продолжение задачи 2: В обычных условиях, вода кипит уже при  $100^\circ\text{C}$  и понизить её температурой  $-76,2^\circ\text{C}$  очень сложно, скорее всего аспирант где-то ошибся.

Ответ:  $t_1 \approx 190,47^\circ\text{C}$ ;  $t_2 \approx -76,2^\circ\text{C}$ ;  $\theta \approx 38^\circ\text{C}$ .

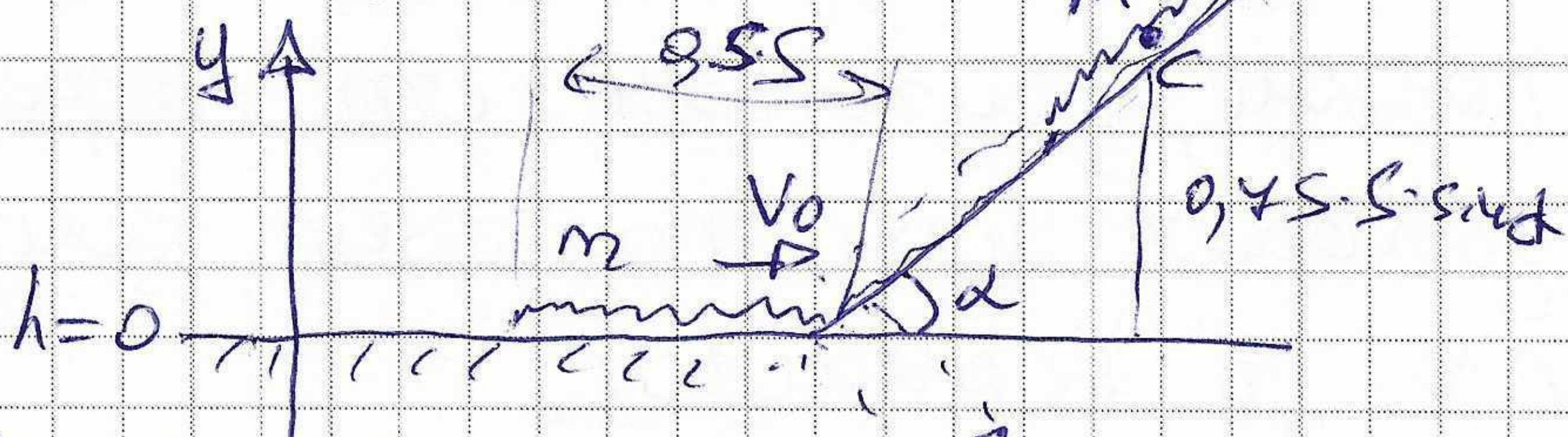
Задача №3

Дано:  $S$ ;  $v_0$ ;  $m = 0,25$ ;  $l = 0,5 \cdot S$ ;  $L = 2 \cdot S$ ;  $\sin \alpha = \frac{3}{5}$   
Найти:  $(v_1 - v_2) - ?$

Решение:

1-й случай:

$$\Delta E_k = A_{\text{равндейств.}}$$



$$\frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = |A_{\text{тр}}| - |A_{\text{тяж}}|$$

$|A_{\text{тяж}}| = mg y_c$ , где  $y_c$  — высота центра масс.

Пусть  $x$  — эта та часть длины лентки которая успела залезть на горку.  $|A_{\text{тр}}| = \int F_{\text{тр}} \cdot dx =$

$$= \int N \cdot \mu \cdot dx = \int_0^{0,5S} \frac{x}{0,5S} \cdot mg \cos \alpha \cdot \mu \cdot dx = \frac{mg \mu \cos \alpha}{0,5S} \int_0^{0,5S} x dx$$

$$= \frac{mg \mu \cos \alpha}{0,5S} \cdot \frac{0,5^2 S^2}{2} = \frac{mg \mu \cos \alpha \cdot S}{4}$$

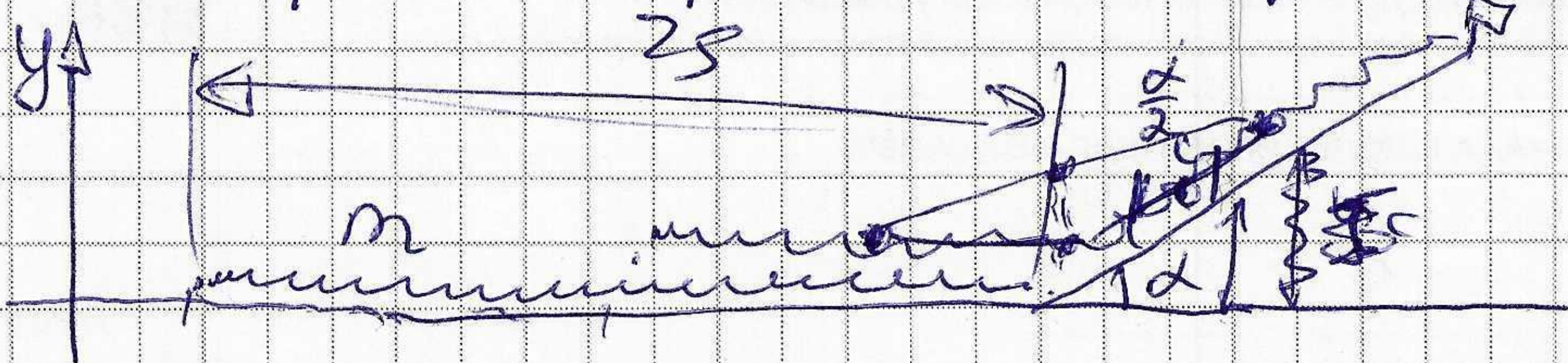
$$|A_{\text{тр}}| = mg \mu \cos \alpha \cdot 0,5S; \quad |A_{\text{тр}}| = |A_{\text{тр}1}| + |A_{\text{тр}2}| =$$

$$= 0,75 mg \mu \cos \alpha \cdot S; \quad |A_{\text{тяж}}| = m \cdot g \cdot 0,75 \cdot S \cdot \sin \alpha$$

$$v_1 = \sqrt{v_0^2 - 0,6gS}$$



Аналогично рассматриваем второй случай:



$$\frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = |A_{\text{тр}}| - |A_{\text{тяж}}|; |A_{\text{тр}}| = 0,25 \cdot mg \cdot \cos \alpha \cdot S$$

$$|A_{\text{тяж}}| = mg \cdot 0,25 \cdot S \cdot \sin \alpha$$

$$v_2 = \sqrt{v_0^2 - 0,2gS} \quad \text{Ответ:}$$

$$(v_1 - v_2) = \sqrt{v_0^2 - 0,6gS} - \sqrt{v_0^2 - 0,2gS}$$

Судья выбрал ледянки с большей длиной потому что конечная скорость в этом случае больше, учитывая что скорость монотонно убывает при поезде, судья первый доберётся до вершины.

Задача №4 (№6)

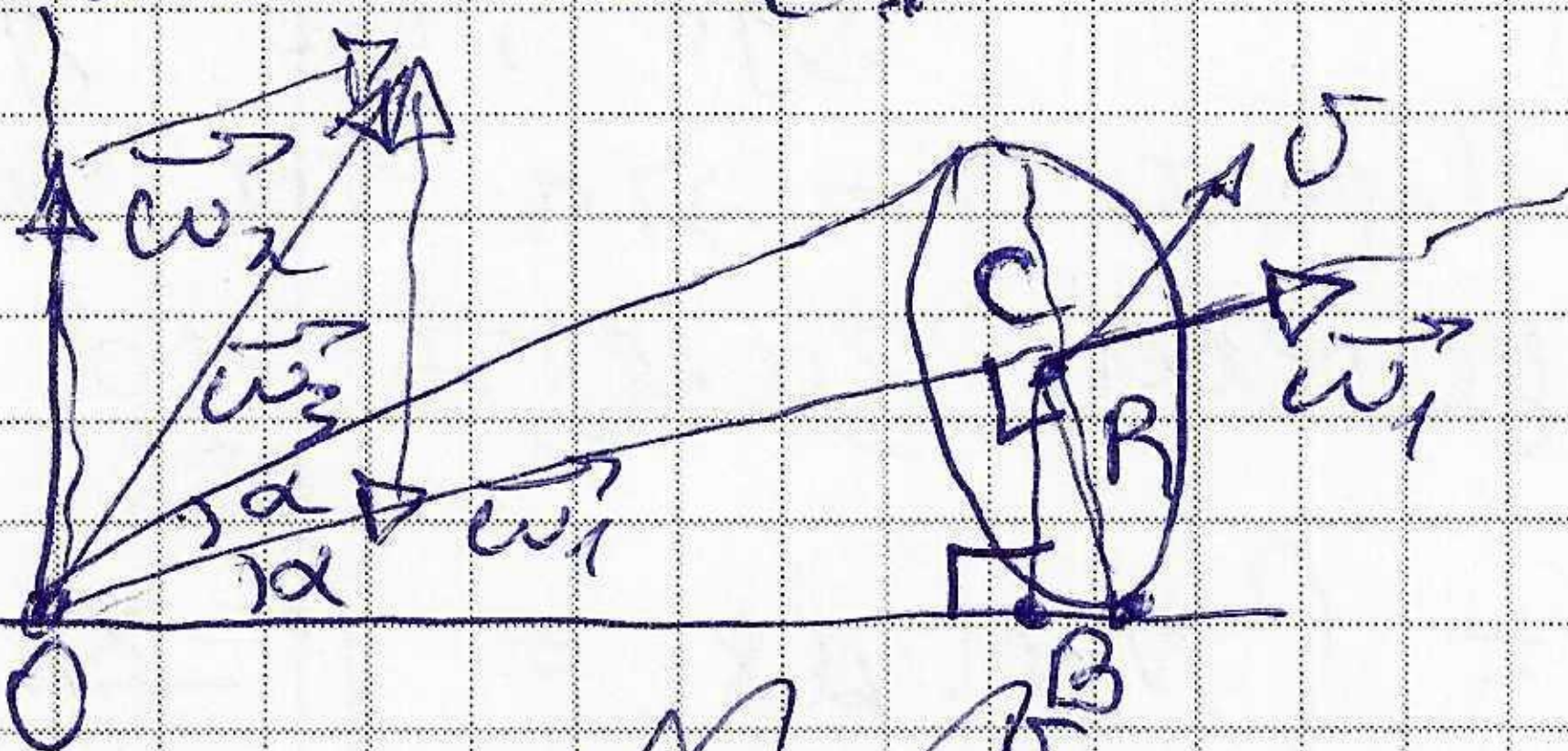
Дано:  $2\alpha, v, R$

ω<sub>к</sub> - ?

~~ω<sub>к</sub>~~  $\frac{d\omega_k}{dt}$  - ?

$$\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{R}$$

Решение:



В данной задаче происходит комбинация вращательных движений. Скорость центра  $\vec{\omega}_3 = \vec{\omega}_2 + \vec{\omega}_1$ . Угловая

$$|OC| = \frac{R}{\tan \alpha} \Rightarrow |OB| = R \cdot \frac{\cos^2 \alpha}{\sin \alpha}; \quad \omega_2 = \frac{v}{|OB|} = \frac{v \cdot \sin \alpha}{R \cdot \cos^2 \alpha}$$

$$\omega_1 = \frac{v}{R} \quad \text{По т. косинусов:}$$

$$\omega_k = \omega_3 \quad \omega_3 = \sqrt{\omega_1^2 + \omega_2^2 - 2 \cdot \omega_1 \cdot \omega_2 \cdot \cos(90 - \alpha)}$$





Вариант задания

1

Лист работы

3 из 3

Продолжение 4-й задачи.

$$\omega_3 = \frac{V}{R} \sqrt{1 + \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^4 \alpha} - 2 \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha}}$$

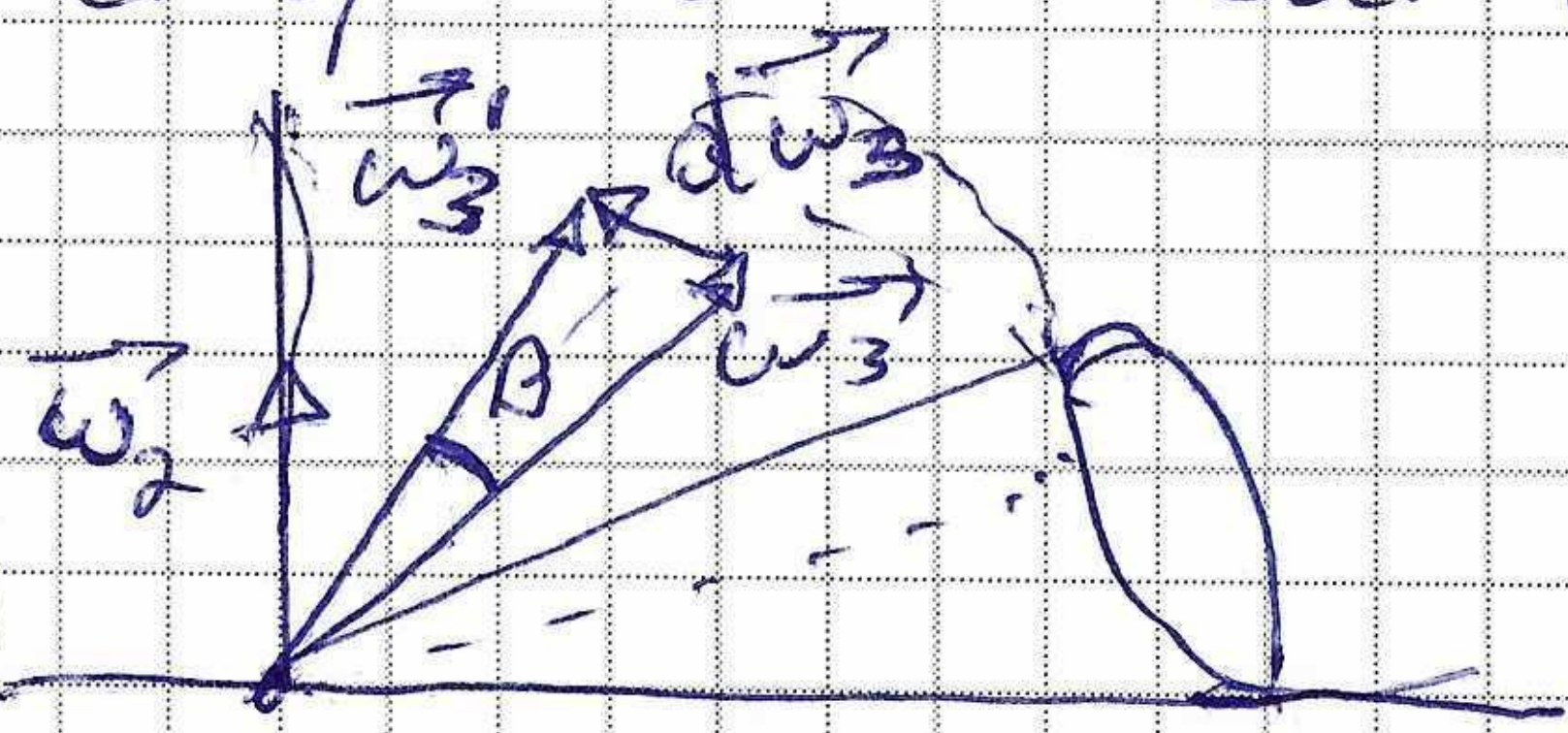
если  $V = \text{const}$   
(могут)

то угловая скорость колеса не меняется

$$\frac{d\omega_3}{dt} = 0$$

Ответ:

$$\omega_3 = \frac{V}{R} \sqrt{1 + \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^4 \alpha} - 2 \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha}}$$



$$B = \omega_2 \cdot t$$

Задача ситуационная

Дано:  $r = 20 \text{ мм}$ ;  $h = 15 \text{ мм}$ ;  $\rho = 25 \cdot 10^3 \text{ (Па)}$ ;

$\mu = 0,8$ ;  $U = 220 \text{ В}$ ;  $n_1 = 5340 \text{ (об/мин)}$ ;  $\eta = 96$

$n = 1,5$ ;  $n_2 = 3240 \text{ (об/мин)}$ .

Найти:  $A_2$  ? ;  $I_2$  ?

Решение:

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

$$p = \frac{N}{S} ; \Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu p S = \mu \rho \cdot 2\pi \cdot r \cdot h = 12\pi \text{ (Н)}$$

Кинетическая энергия шара;  $E_k = \frac{J\omega^2}{2}$ , растет за счет сил трения;

$$\frac{J\omega^2}{2} = F_{\text{тр}} \cdot S ; \frac{J \cdot 4\pi^2 \cdot n^2}{2} = F_{\text{тр}} \cdot S ; E_k = A_{\text{тр}}$$

Пусть  $\tau$  - это время одного оборота, тогда

$$\tau = \frac{1}{n} = \frac{1}{89} \text{ (с)} ; P_2 \cdot \eta = P_{\text{мех}} ; P_{\text{мех}} = \frac{A}{\tau} = \frac{F_{\text{тр}} \cdot 2\pi r}{\tau}$$

$$P_{\text{мех}} \approx 421,63 \text{ (Вт)} ; A_2 \approx 702,72 \text{ (Вт)}$$



$$P_{эл} \cdot \eta = P'_{max} \quad ; \quad P_{эл} = U \cdot I$$

$$I = \frac{P'_{max}}{U \cdot \eta} = \frac{1,5 \cdot 421,63}{220 \cdot 0,6} \approx 4,8 (A)$$

Отвечая:  $P_2 \approx 702,72 (Вт)$ ;  $I \approx 4,8 (A)$ .

