

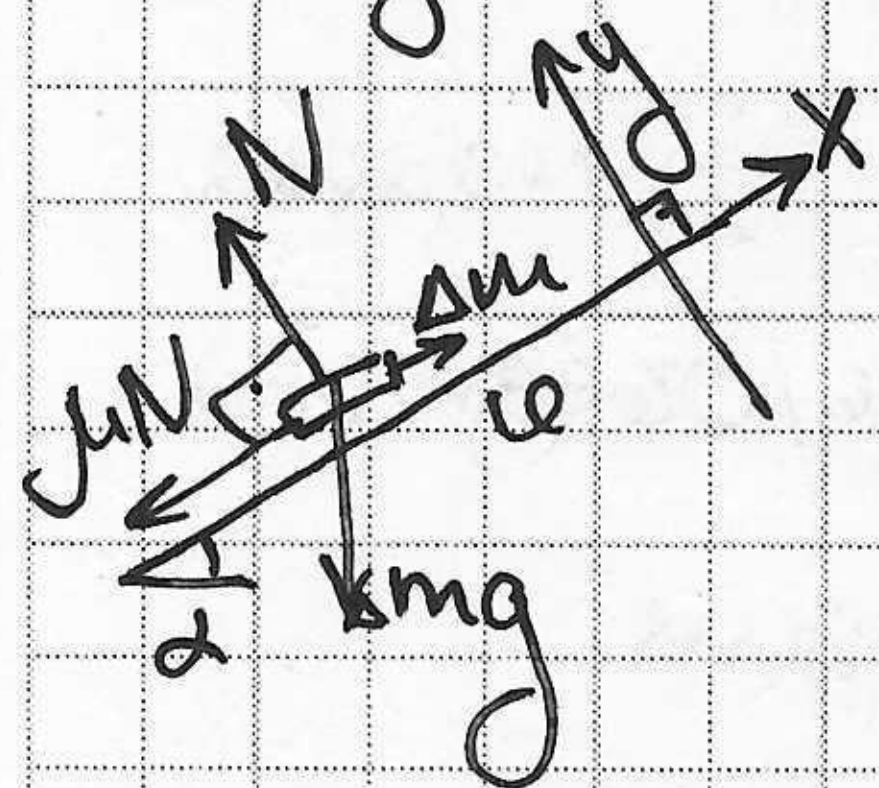
Вариант задания 1

Лист работы 1 из 5

№3
 $\cos \alpha = 4/5$
 $\sin \alpha = 3/5$
 $\mu = 0,25$
 $l = 0,5S$
 $L = 2S$

Во время заезда на горку на леденку с
учётом дейст. сила трения скольжения и
сила тяжести с силой р-ции опоры.

$F_{тр} = \mu N$, но N зависит в зав-ти от части
массы на горке. Считаем что обе леденки вместе
с участником весит одинаково.



x кусочек массы на горке и т.

Из-н Ньютона на ось y :

$$\Delta m g \cos \alpha = N \text{ (движение без отрыва) } \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{тр} = \Delta m g \cos \alpha \mu. \text{ Пусть на горку}$$

заехала леденка на x .

$$F_{тр} = \frac{x}{l_i} m g \cos \alpha \mu, \quad x < l_i \quad (1)$$

$$F_{тр} = \mu m g \cos \alpha \mu, \quad x \geq l_i \quad (2)$$

Закон изменения кинетической энергии:

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = A_{тр} = - \int_0^S F_{тр} dx \cdot 2 \quad \leftarrow \text{т.к. и подъём и спуск.}$$

Рассмотрим движение леденки. (Продолж. ~~на обороте~~)

№3 (продолжение)

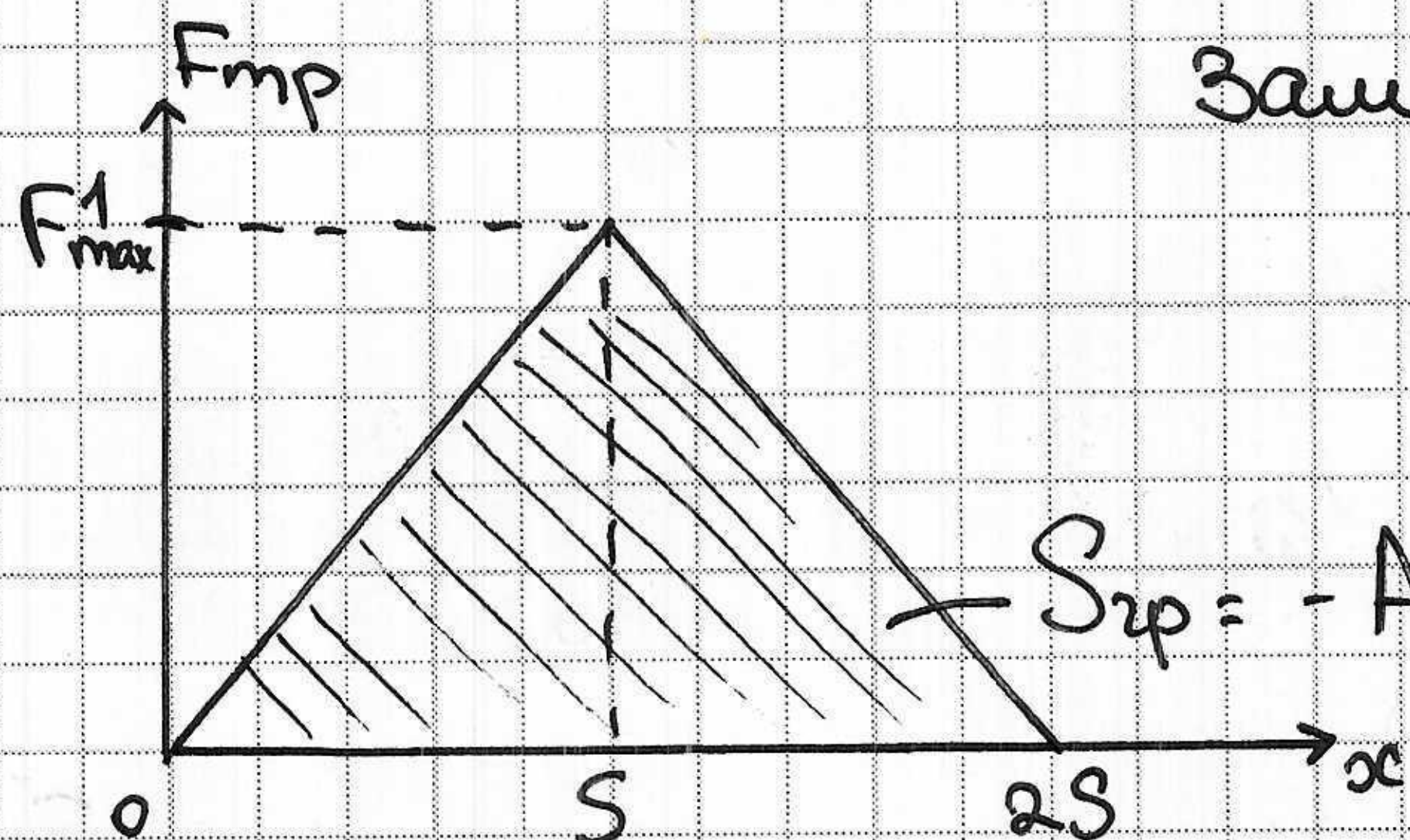


Из соотношений (1,2): Заметим $L = 2S \Rightarrow$

\Rightarrow макс. часть леденки ^{с усад.} на горке $\frac{1}{2}m$.

Построим $F_{mp}(x)$, где x - пройд. путь.

Заметим также, что $F_{mp}(x)$ - лн. ф-ция.



$$F_{max}^1 = \frac{1}{2} \mu mg \cos \alpha$$

$$S_{zp} = -A_{mp} \text{ м.к. } \int y dx = S_{zp} \text{ у от } x.$$

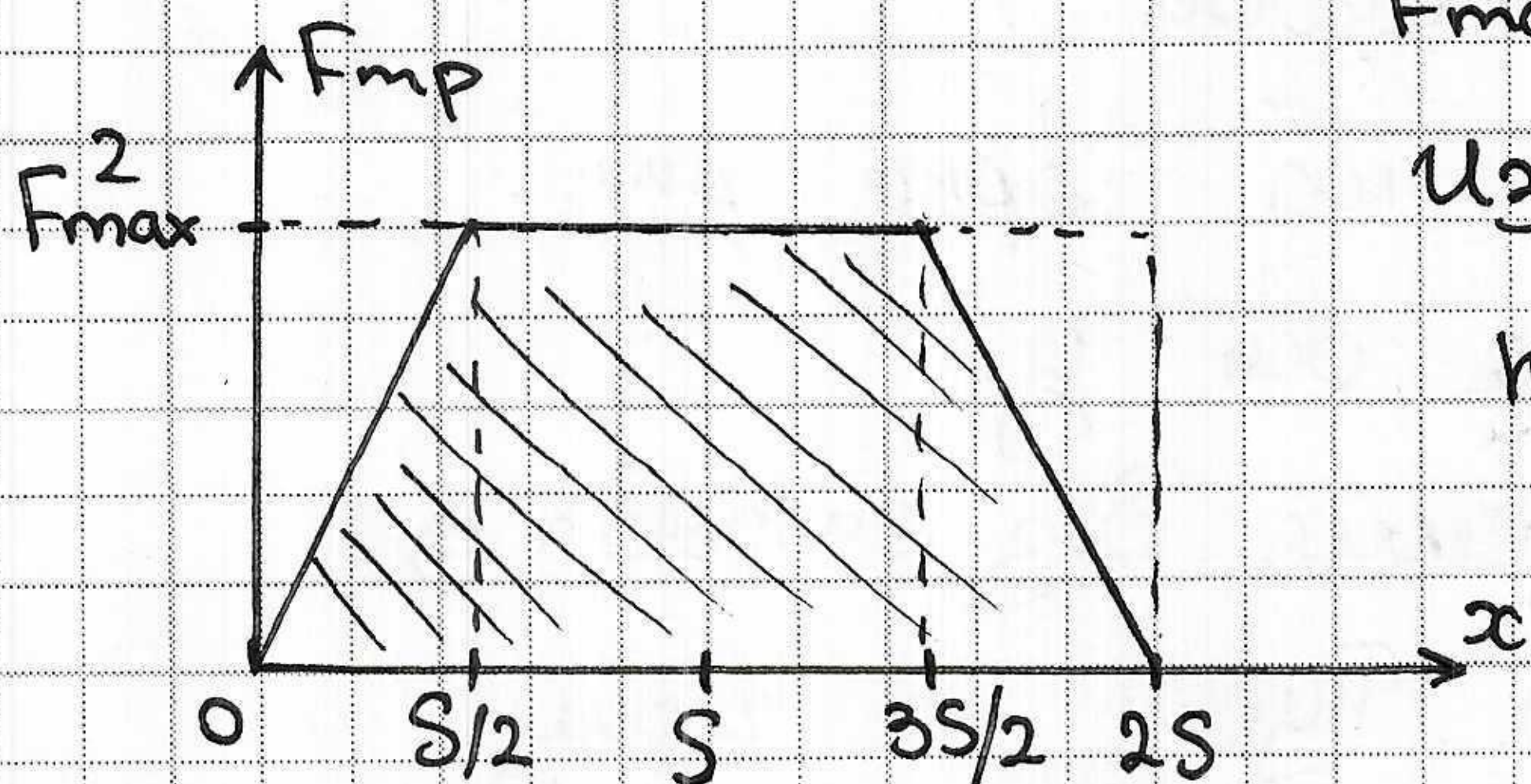
$$S_{zp} = \frac{1}{2} \cdot 2S \cdot \frac{1}{2} \mu mg \cos \alpha = \frac{1}{2} \mu mg \cos \alpha S = -A_{mp}$$

Подставим в (3):

$$\frac{m(v_1^2 - v_0^2)}{2} = -\frac{1}{2} \mu mg \cos \alpha S \quad (4) \Rightarrow v_1^2 - v_0^2 = -\mu g \cos \alpha S \quad (4^*)$$

Потерь 4 короткую леденку и также нахвост

$F_{mp}(x)$



$$F_{max}^2 = \mu mg \cos \alpha$$

Из (1,2): при $x = \frac{S}{2}$, $x = \frac{3S}{2}$ леденка
начинает веззывать/сбззывать.

S_{zp} как трапеция

$$\text{Аналогично } \frac{m(v_2^2 - v_0^2)}{2} = -A_{mp} = -S_{zp} = -\left(\mu mg \cos \alpha S + 2 \cdot \frac{S}{2} \cdot \frac{1}{2} \mu mg \cos \alpha \right)$$

$$= -\frac{3}{2} \mu mg \cos \alpha S \quad (5) \Rightarrow v_2^2 - v_0^2 = -3 \mu g \cos \alpha S \quad (5^*)$$

$$\text{из } (4^*) \text{ и } (5^*): v_2 = \sqrt{v_0^2 - 3 \mu g \cos \alpha S} = v(l)$$

$$(\text{Подставим } \mu, \cos \alpha) \quad v_1 = \sqrt{v_0^2 - \mu g \cos \alpha S} = v(L) > v(l) \quad (*)$$

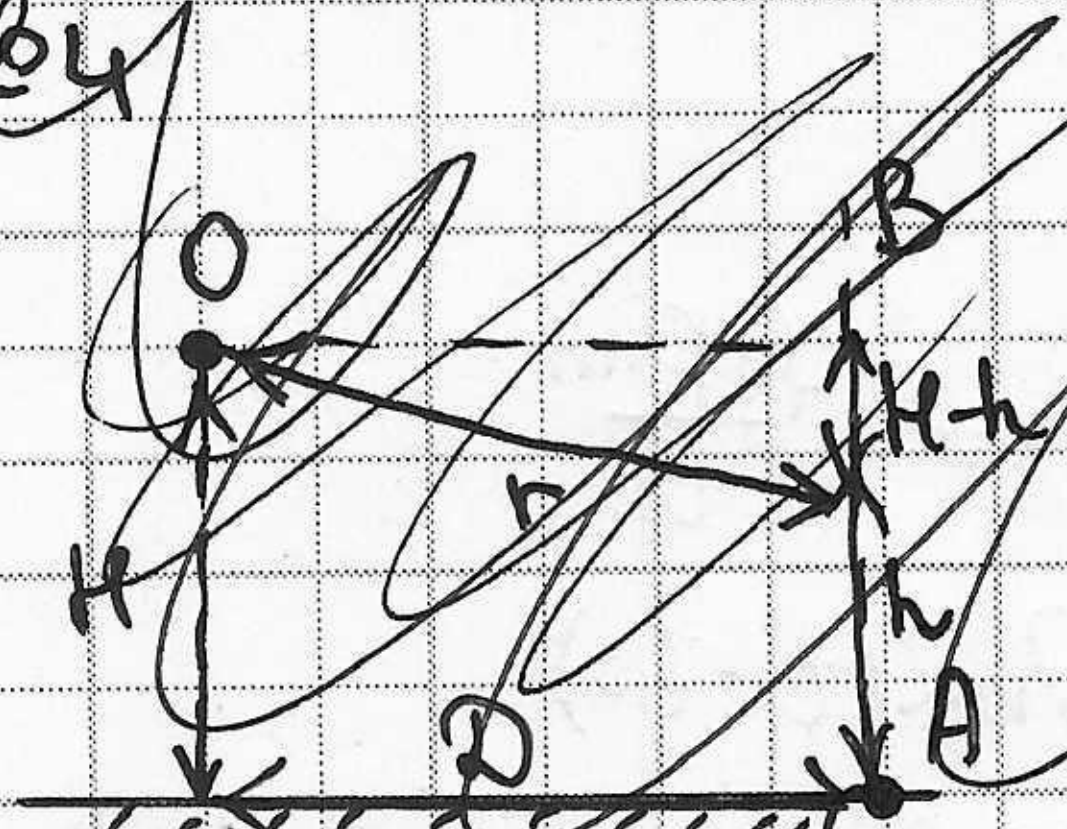
$$\Delta v = v(L) - v(l) = \sqrt{v_0^2 - \mu g \cos \alpha S} - \sqrt{v_0^2 - 3 \mu g \cos \alpha S}$$

из (*) Физик вводит длинную леденку

$$\text{Ответ: } \Delta v = \sqrt{v_0^2 - 0,2 g S} - \sqrt{v_0^2 - 0,6 g S}$$



№4



O - местоположение зарядового облака

A - где ученик

Поле от точечного заряда:

$$E = \frac{kq}{r^2}$$
$$E = \frac{kq}{H^2 + D^2} \quad (1)$$

По Т. Пифагора:

$$r^2 = H^2 + D^2 \quad (2)$$

Подставим (2) в (1):

$$E = \frac{kq}{H^2 + D^2} \Rightarrow H^2 + D^2 = \frac{kq}{E} \Rightarrow H = \sqrt{\frac{kq}{E} - D^2} \quad (3)$$

По условию $E \rightarrow \max \Rightarrow (1): \frac{kq}{r^2} \rightarrow \max$ при $r^2 \rightarrow \min$

\Rightarrow т.к. $D = \text{const}$, то $H^2 + D^2 \rightarrow \min$ при $D = 0$.

Тогда в выражении (3) $D = 0$.

$$H = \sqrt{\frac{kq}{E}} \approx 11,6 \text{ км} \quad (H = 18,95 \text{ м})$$

По Т. Пифагора

$$r^2 = D^2 + (H-h)^2 \quad (2)$$

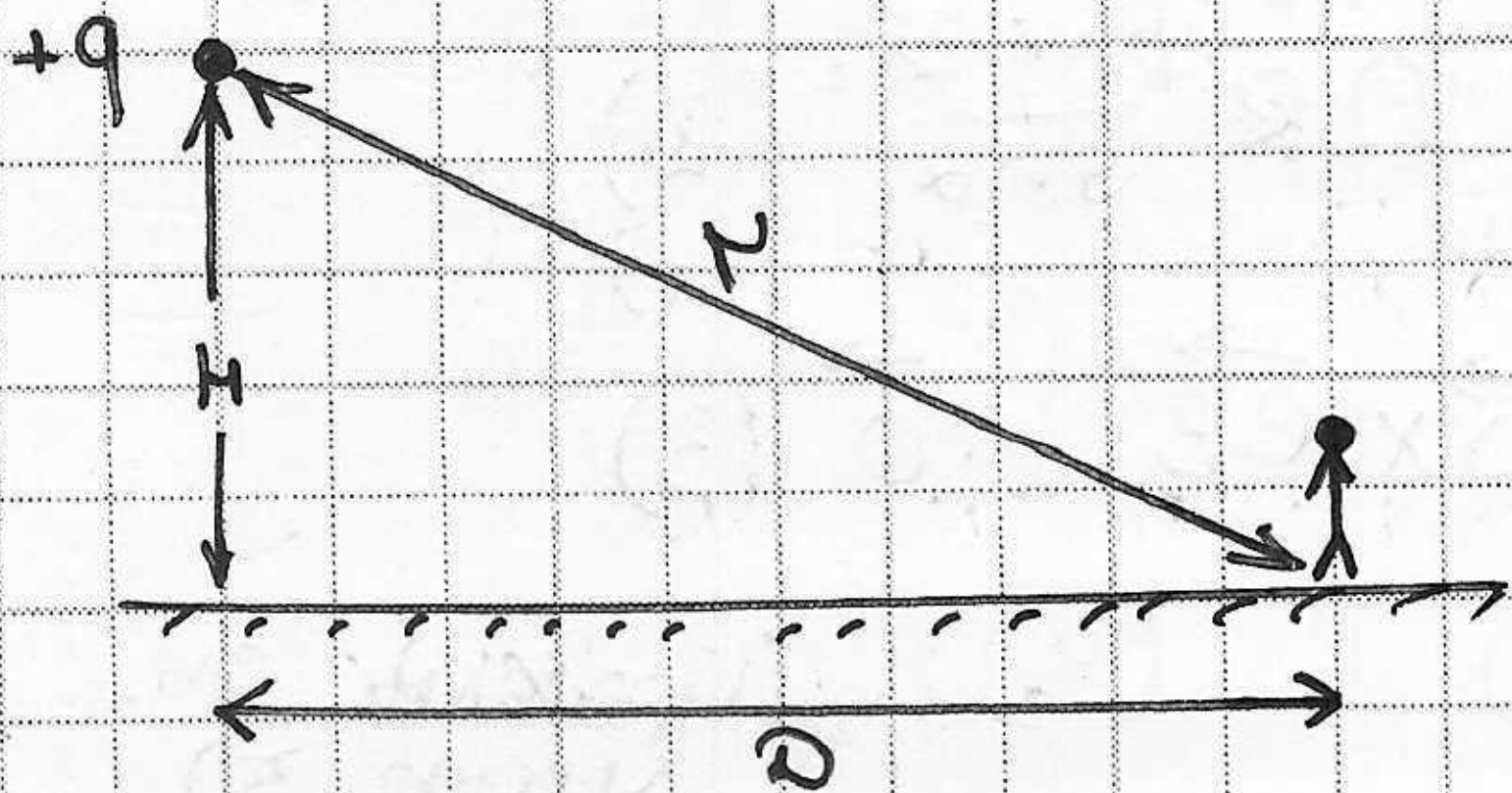
Ответ: $H = \sqrt{\frac{kq}{E}}$

Мы считали поле на прямой AB. Пусть $E \rightarrow \max$ при высоте h (см. рис). тогда $r^2 = D^2 + (H-h)^2$ и

$r^2 \rightarrow \min \Rightarrow$ т.к. $D = \text{const}$, то $(H-h)^2 \rightarrow \min \Rightarrow h = H \Rightarrow r^2 = D^2$

$$\Rightarrow E_{\max} = \frac{kq}{D^2} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{kq}{E_{\max}}}$$

№4



$$E = kq/r^2 \text{ (т.к. по Т. Гаусса } \frac{q}{\epsilon_0} = 4\pi r^2 E) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H^2 + D^2 = r^2 \text{ (по т. Пифагора)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E = \frac{kq}{H^2 + D^2} \quad (1) \Rightarrow H = \sqrt{\frac{kq}{E} - D^2} \quad (2)$$

(Продолж. см. оборот листа 4)

№5



$N = 340 \text{ Вт}$
 $t_0 = 20^\circ\text{C} = 293\text{K}$
 $T = 30 \text{ мин}$

Закон I начала Термодинамики:

$$\delta Q = dU + \delta A \Rightarrow N dt = dU^{(1)}_{\text{м.к.}} \quad V = \text{const},$$

$$\varphi_0 = 0,5 \quad \text{а} \quad \delta A = p dV; \quad \Delta U_i = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{i}{2} V (\Delta p)$$

$$\varphi = ? \quad \text{у-е Менделеева-Клапейрона} \quad pV = \nu RT \quad (2)$$

$$\text{З-н Дальтона} \quad p = \sum p_i \quad (3)$$

$$\varphi_0 p_{\text{нп}} V = \nu_0 R t_0 \quad (4); \quad p_{\text{возд}} V = \nu_0 R t_0 \quad (5); \quad \frac{\nu_0 R}{V} = \frac{\varphi_0 p_{\text{нп}}}{t_0}$$

$$N \tau = \Delta U_{\text{возд}} + \Delta U_{\text{миск}} = \frac{i_{\text{возд}}}{2} \nu_0 R (t - t_0) + \frac{i_{\text{вод}}}{2} \nu_0 R (t - t_0)$$

$$N \tau = \frac{R(t-t_0)}{2} (i_{\text{возд}} \nu_0 + i_{\text{вод}} \nu_0) = \frac{R(t-t_0)}{2} \left(i_{\text{возд}} \frac{p_{\text{возд}} V}{R t_0} + i_{\text{вод}} \frac{\varphi_0 p_{\text{нп}} V}{R t_0} \right)$$

Как правило $i_{\text{вод}} = 6$ (H_2O - 3-атомный 'газ')

$$i_{\text{возд}} \approx 5; \quad p_{\text{возд}} = p_0 = 10^5 \text{ Па}$$

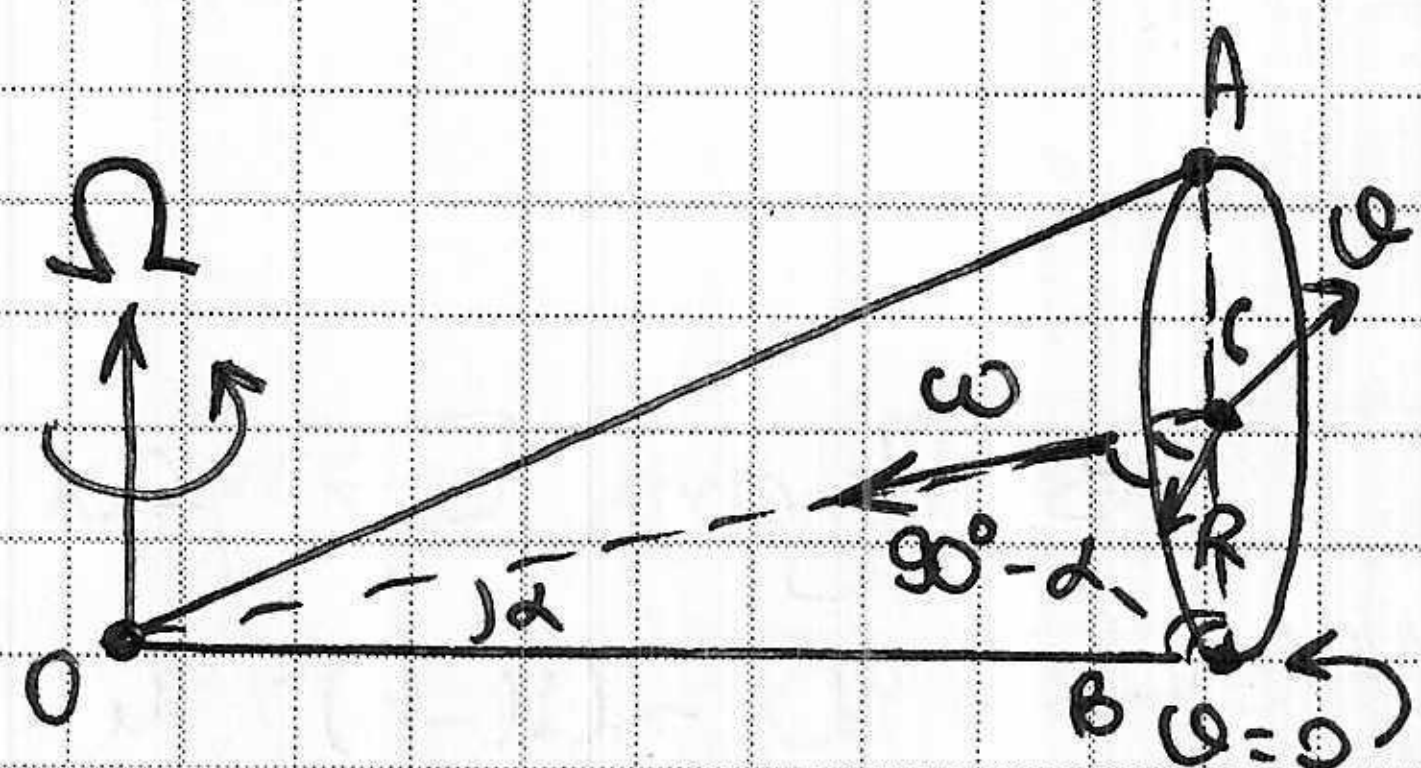
$$\varphi_0 p_{\text{нп}} = 1169,4 \text{ Па}$$

$$N \tau = \frac{(t-t_0)}{t_0} \left(\frac{5}{2} p_0 + 3(\varphi_0 p_{\text{нп}}) \right) V \Rightarrow t = t_0 + \frac{N \tau t_0}{(2,5 p_0 + 3 \varphi_0 p_{\text{нп}}) V} \approx 304,8 \text{ K}$$

$$t \approx 31,8^\circ\text{C} \approx 32^\circ\text{C} \Rightarrow \frac{\nu_0 R t}{V} = \varphi p_{\text{нп}}^{32^\circ} \Rightarrow \varphi = \frac{\varphi_0 p_{\text{нп}} t}{t_0 p_{\text{нп}}^{32^\circ}} \approx 0,256$$

$$\boxed{\varphi \approx 25,6 \%}$$

№6



$$\vec{v}_A + [\vec{\omega} \times \vec{AB}] = \vec{v}_B - \text{связь скоростей}$$

для твёрдого тела

скорость любой точки равна нулю

(движение без проскальзывания)

$$v_c =$$

$$\vec{v}_B = 0 = \vec{v}_0 + [\vec{\omega} \times \vec{OB}]$$

$$\Omega OC \cos \alpha$$

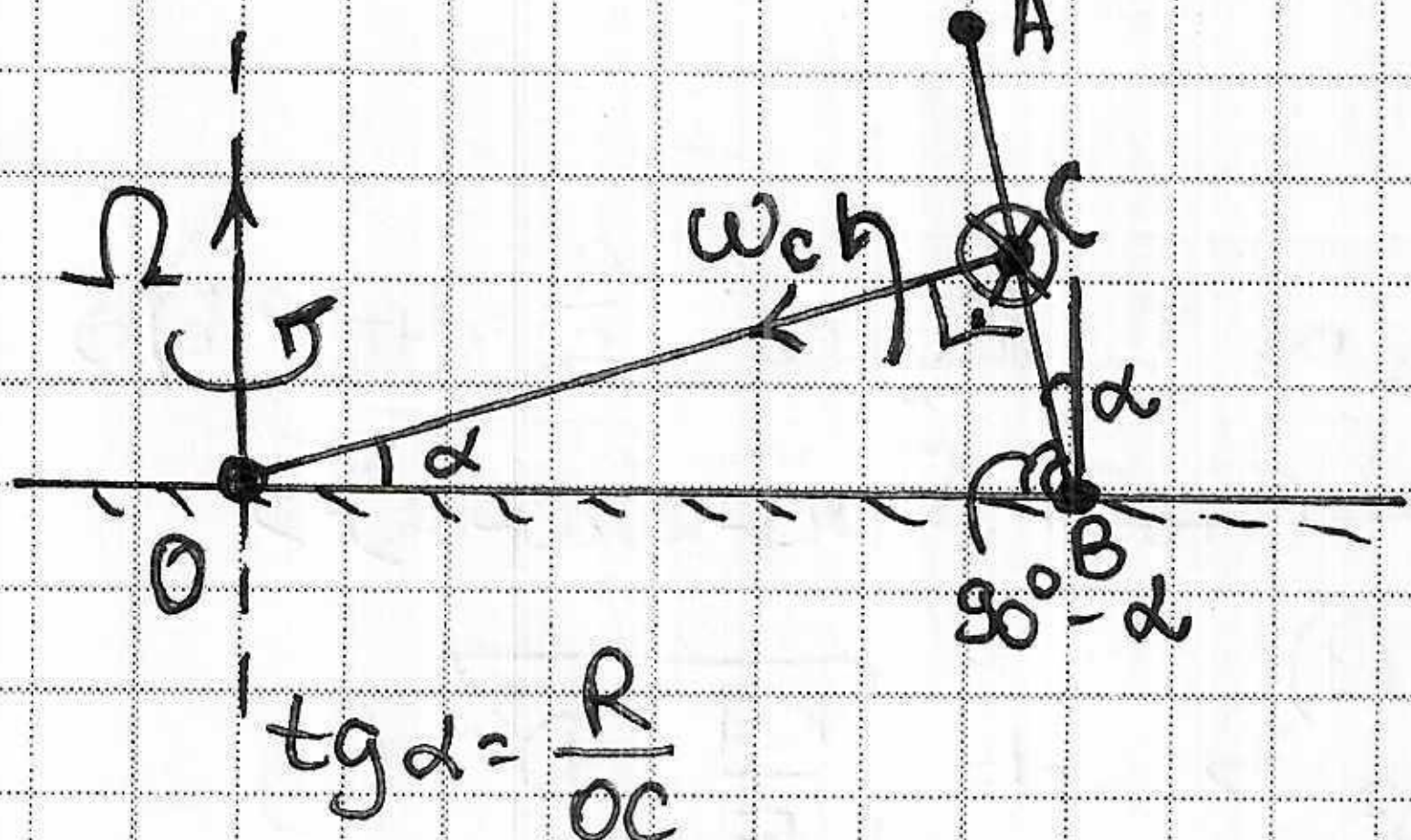
$$\vec{v}_c = \vec{v}_0 + [\vec{\Omega} \times \vec{OC}] \quad (1)$$

$$\vec{v}_c = \Omega \cos \alpha OC \sin \alpha$$

$$= \Omega \cos \alpha \frac{R}{\tan \alpha} = \Omega R \frac{\cos^2 \alpha}{\sin \alpha} \quad (2)$$

$$\vec{v}_B = \vec{v}_c + [\vec{\omega} \times \vec{CB}] = 0 \quad (3)$$

Подставим (2) в (3): (продолж. см. лист 5)





Вариант задания

1

Лист работы 3 из 5

№2

$$m_B = m_A = m$$

Пусть температура на выходе Q_0 .

$$4Q_0 = |t_2| c_A m \leftarrow \text{нагрев воды (1)}$$

Продолжим график t_1 до Λ -е с осью температуры.

$$(t_1 - \Theta) c_B m = 14Q_0 \leftarrow \text{нагрев воды (2)}$$

$$14Q_0 = (10 - 4)Q_0 = 6Q_0 \quad (3)$$

$$\Theta m c_B = 4Q_0 \leftarrow \text{нагрев воды от пара (4)}$$

№2

$$m_B = m_A = m$$

$$4Q_0 = |t_2| m c_A + t(4\theta)$$

$$\text{Зав-мо } t \text{ воды от } Q_{\text{сум}}: t(Q) = t_1 - \frac{t_1 - \Theta}{14} Q_0, \quad -k = \frac{t_1 - \Theta}{14}$$

$$t(4Q_0) = t_1 - \frac{2}{7} t_1 + \frac{2}{7} \Theta = \frac{5}{7} t_1 + \frac{2}{7} \Theta$$

$$t(10Q_0) = t_1 - \frac{5}{7} t_1 + \frac{5}{7} \Theta = \frac{2}{7} t_1 + \frac{5}{7} \Theta$$

$$4Q_0 = |t_2| m c_A + \left(-\frac{t_1 - \Theta}{14} \cdot 4\right) c_B m$$

$$10Q_0 = m\lambda + |t_2| m c_A + (-c_B m) \frac{t_1 - \Theta}{14} \cdot 10$$

$$14Q_0 = m\lambda + \Theta m c_B + |t_2| m c_A - c_B m (t_1 - \Theta)$$

$$\frac{4Q_0}{m} = c_A |t_2| - \frac{2}{7} c_B (t_1 - \Theta) \quad (1)$$

$$\frac{10Q_0}{m} = \lambda + |t_2| c_A - \frac{5}{7} c_B (t_1 - \Theta) \quad (2)$$

$$\frac{14Q_0}{m} = \lambda + |t_2| c_A + 2c_B \Theta - c_B t_1 \quad (3)$$

$$\text{Получим если продлим } t_1 \text{ до } \Lambda\text{-е с осью } Q, \text{ то } 14 \frac{Q_0}{m} = Q t_1 \quad (4)$$

Решаем систему (1-4):



$$\frac{4C_B t_1}{18} = |t_2| C_A + \frac{2}{7} C_B (\theta - t_1) \quad (5)$$

$$C_B = 4200 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$$

$$\frac{10 C_B t_1}{18} = \lambda + |t_2| C_A - \frac{5}{7} C_B (t_1 - \theta) \quad (6)$$

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

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

$$\frac{14 C_B t_1}{18} = \lambda + |t_2| C_A + 2 C_B \theta - C_B t_1 \quad (7)$$

$$|t_2| = T_2$$

$$\begin{cases} \frac{2800}{3} t_1 = 2100 T_2 - 1200 (t_1 - \theta) \Rightarrow 2100 T_2 = \dots \\ \frac{7000}{3} t_1 = 0,32 \cdot 10^6 + T_2 \cdot 2100 - 3000 (t_1 - \theta) \\ \frac{9800}{3} t_1 = 0,32 \cdot 10^6 + T_2 \cdot 2100 + 8400 \theta - 4200 t_1 \end{cases}$$

$$\frac{2800}{3} t_1 + 1200 (t_1 - \theta) = \frac{7000}{3} t_1 - 0,32 \cdot 10^6 + 3000 (t_1 - \theta)$$

$$0,32 \cdot 10^6 = \frac{1400}{3} t_1 + 1800 (t_1 - \theta) \Rightarrow \left(\frac{1400}{3} + 1800 \right) t_1 = 0,32 \cdot 10^6 + 1800 \theta$$

$$t_1 = \frac{0,32 \cdot 10^6 + 1800 \theta}{2266,67}$$

$$\left(\frac{9800}{3} + 4200 \right) t_1 - 0,32 \cdot 10^6 - 8400 \theta = 1200 (t_1 - \theta) + \frac{2800}{3} t_1$$

$$t_1 \left(\frac{9800}{3} + 4200 - 1200 - \frac{2800}{3} \right) = 0,32 \cdot 10^6 + 8400 \theta - 1200 \theta$$

$$t_1 \left(\frac{16000}{3} \right) = \frac{16000}{3} \left(\frac{0,32 \cdot 10^6 + 1800 \theta}{6800} \right) = 0,32 \cdot 10^6 + 7200 \theta$$

$$40 (0,32 \cdot 10^6 + 1800 \theta) = 17 (0,32 \cdot 10^6 + 7200 \theta)$$

$$(17 \cdot 7200 - 40 \cdot 1800) \theta = 23 \cdot 0,32 \cdot 10^6$$

$$50400 \theta = 7360000 \Rightarrow \theta = 146,03^\circ \text{C}$$

$$t_1 = 257^\circ \text{C}$$

$$T_2 = 291,75 \Rightarrow t_2 = -291,75^\circ \text{C}$$

Результаты

Полученные результаты абсурдные



Вариант задания

1

Лист работы 4 из 5

№ 7

$$r = 20 \text{ мм}$$

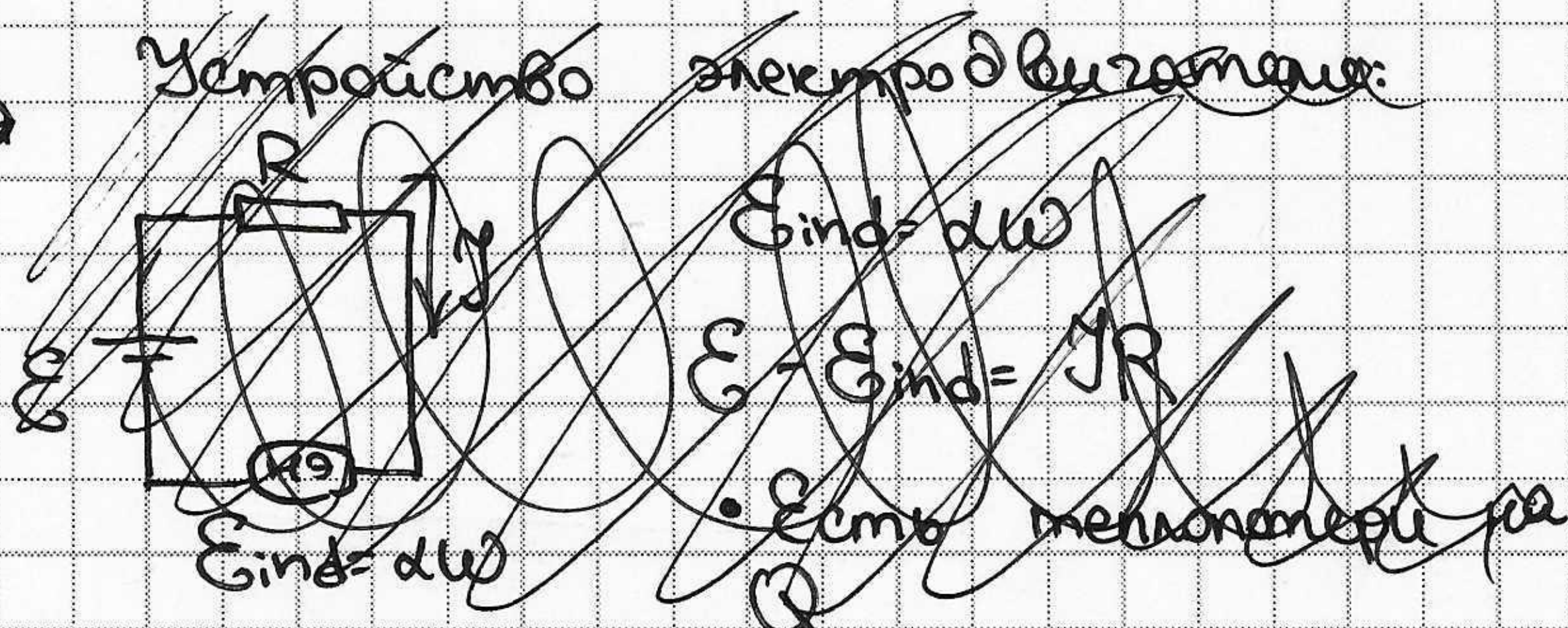
$$h = 15 \text{ мм}$$

$$p = 25 \text{ кПа}$$

$$\mu = 0,8$$

$$V_1 = \frac{5340}{60} \frac{\text{об}}{\text{с}}$$

~~№ 7 R7 AP~~



$$\eta_{xx} = 60\% = \frac{P_o}{E J_o} \Rightarrow P_o = 0,6 E J_o \Rightarrow E J = \frac{P}{0,6}$$

$$N = 2\pi r h p \Rightarrow F_{mp} = \mu 2\pi r h p \Rightarrow N_{потерь} = 2\pi r h \mu p \cdot r \cdot 2\pi V$$

$$P = F v = 2\pi r h$$

$$N_{уст} = P_{пол} + P_{потерь} \Rightarrow E J = (4\pi)^2 r^2 h \mu p V + P_{пол} \quad // 0,6 E J$$

$$\cancel{0,6 E J} \quad p \left(\frac{1 - 0,6}{0,6} \right) = (4\pi)^2 r^2 h \mu p V \quad (1)$$

$$\text{Отсюда} \quad p = \frac{3}{2} (4\pi)^2 r^2 h \mu p V_{xx} = 2529,78 \text{ Вт} \approx 2,5 \text{ кВт}$$

$$E J = 1,5 P + (4\pi)^2 r^2 h \mu p V \Rightarrow J = \frac{1}{E} ((4\pi)^2 r^2 h \mu p V + 1,5 P)$$

$$J \approx 21,9 \text{ А}$$

$$\text{Ответ:} \quad P = 2529,78 \text{ Вт} \approx 2,5 \text{ кВт}$$

$$J \approx 21,9 \text{ А}$$

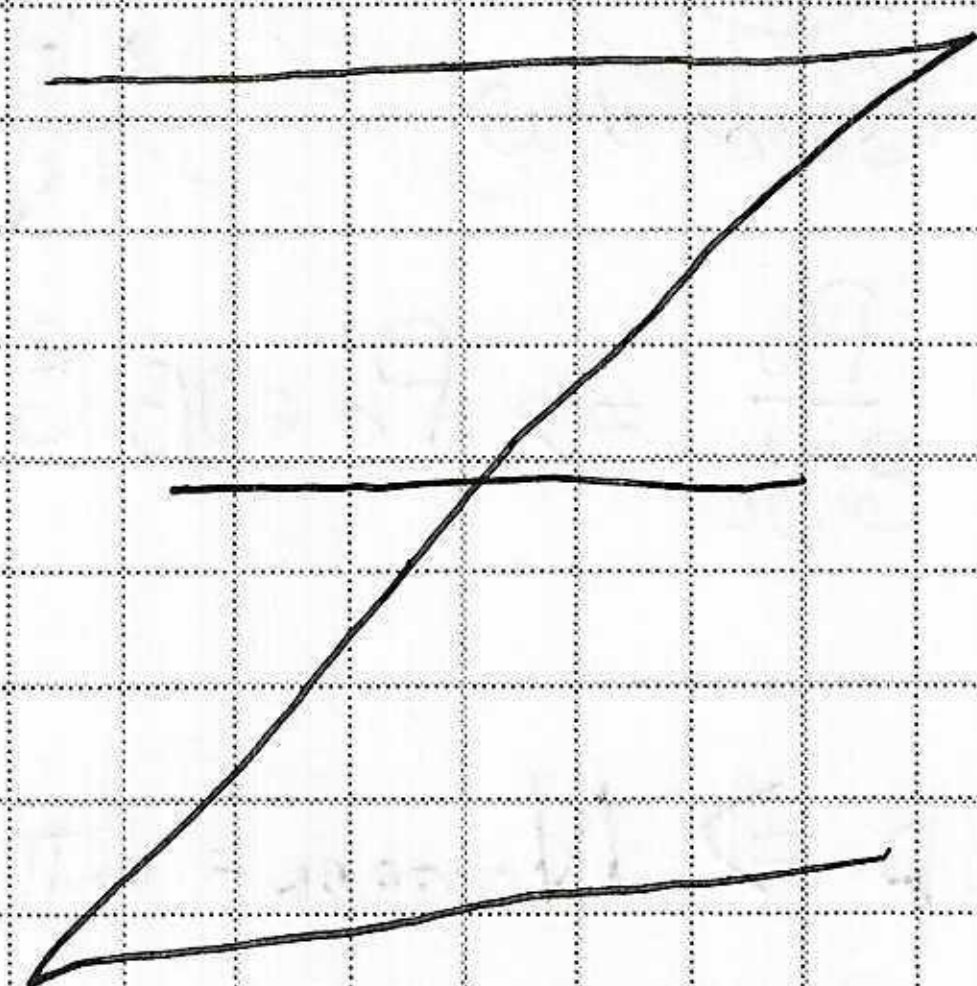
№ 1

~~Вектор из рисунка. \frac{2x}{u+v} = \dots~~

На рисунке можно воспринимать полосы как волновой фронт. $\lambda = vT$

$$x = v_1 T, \quad 2x = v_2 T \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = 2 \Rightarrow \frac{u_0 + v}{u_0 - v} = 2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 3v = u_0, \text{ где } u_0 = c \Rightarrow v = 10^8 \text{ м/с} \quad \text{Ответ: } 10^8 \text{ м/с}$$



№4 Продолжение

если в зав-ти от D $E \rightarrow \max$, то из (1) ясно, что
при $D \rightarrow 0$, $H = \text{const}$ $E \rightarrow \max \Rightarrow$ подставим $D=0$ в (2):

$$H = \sqrt{\frac{kq}{E}} = 11618,95 \text{ м} \approx 11,6 \text{ км}$$

Ответ: 11,6 км



Вариант задания

1

Лист работы 5 из 5

№6 (продолжение)

$$U_c = \Omega R \frac{\cos^2 \alpha}{\sin \alpha} \Rightarrow \Omega = \frac{U_c}{R} \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha} \quad (4)$$

$$U_B = 0 \Rightarrow U_c = \omega R \Rightarrow \omega = \frac{U_c}{R} = \frac{\Omega \cos^2 \alpha}{\sin \alpha}$$

Какая именно угловая скорость кулика?

Ответ:

$$\omega = U/R$$

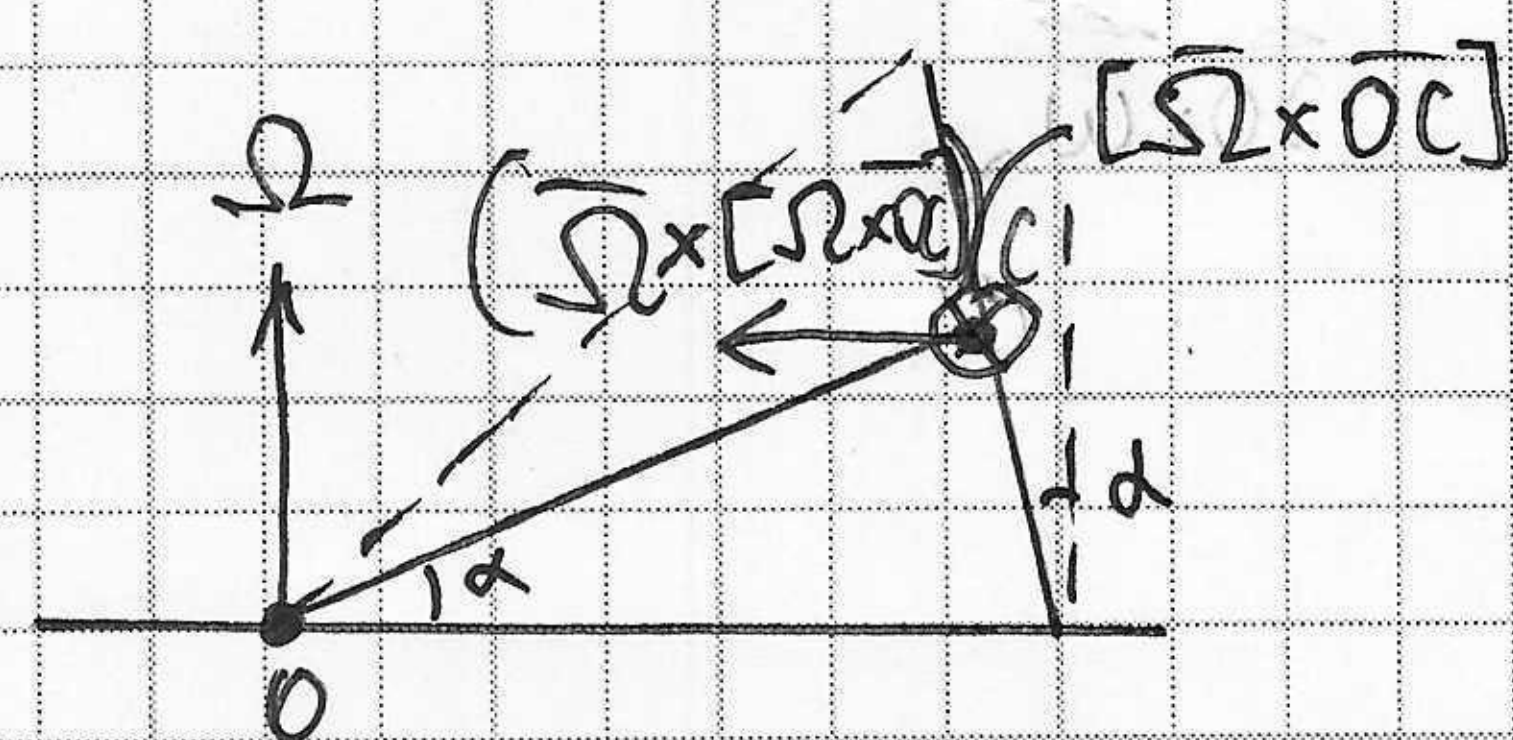
$$\Omega = \frac{U}{R} \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha}$$

Исх. \times выражение (1): $\vec{v}_c = [\vec{\Omega} \times \vec{OC}] \Rightarrow$

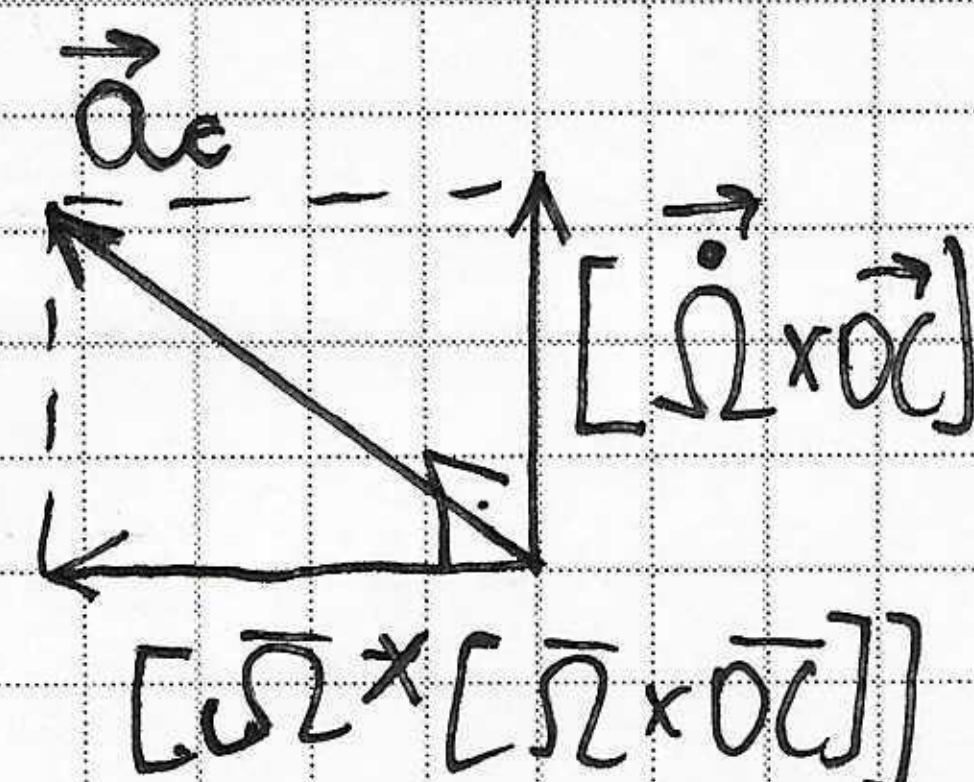
$$\Rightarrow \dot{\vec{v}}_c = [\dot{\vec{\Omega}} \times \vec{OC}]'$$

$$([\vec{\Omega} \times \vec{OC}])' = [\vec{\Omega} \times [\vec{\Omega} \times \vec{OC}]] + [\dot{\vec{\Omega}} \times \vec{OC}]$$

$$\dot{\vec{v}}_c = [\dot{\vec{\Omega}} \times \vec{OC}] + [\vec{\Omega} \times [\vec{\Omega} \times \vec{OC}]]$$



Предположим $\dot{\vec{\Omega}}$ совпадает по
напр-ю с $\vec{\Omega}$. ($\Omega \uparrow \uparrow$) \Rightarrow
 \Rightarrow вуг сверху:



$$a_c^2 = \left(\dot{\Omega} \frac{\cos^2 \alpha}{\sin \alpha} R \right)^2 + \left(\Omega^2 \frac{\cos^2 \alpha}{\sin \alpha} R \right)^2$$

$$\dot{\Omega} = \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha R} \sqrt{a_c^2 - \left(\Omega^2 \frac{\cos^2 \alpha}{\sin \alpha} R \right)^2} \quad (4) = \sqrt{a_c^2 - \frac{U^2 \sin \alpha}{R \cos^2 \alpha} \cdot \frac{\sin \alpha}{R \cos^2 \alpha}}$$

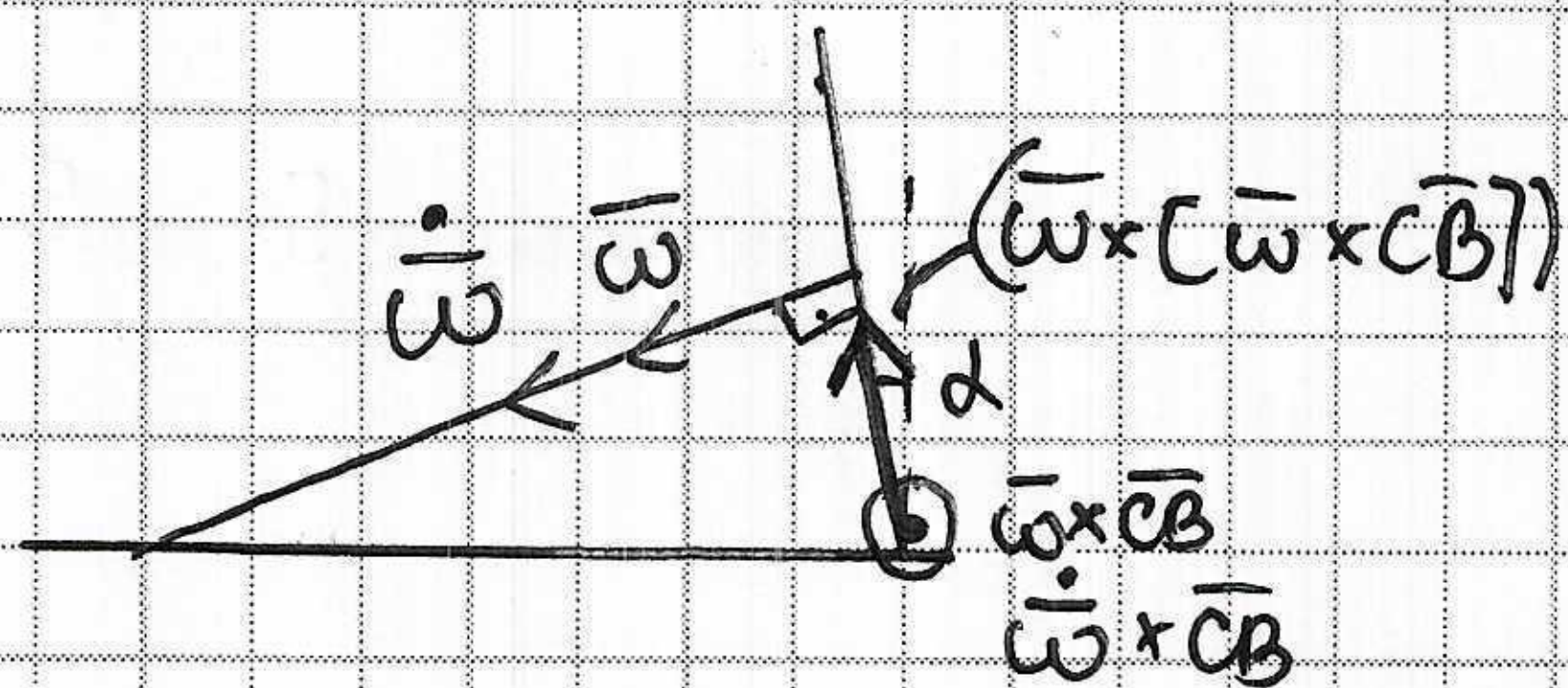
Теперь что касается ω :

$$\times (3): \quad \vec{v}_c = -[\vec{\omega} \times \vec{CB}] \Rightarrow \vec{a}_c = -[\dot{\vec{\omega}} \times [\vec{\omega} \times \vec{CB}]] + [\vec{\omega} \times \vec{CB}]$$

(Продолжила обороте)

Предположим аналогично $\dot{\vec{\omega}} \uparrow \vec{\omega} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \vec{a}_c = -[\vec{\omega} \times [\vec{\omega} \times \vec{CB}]] + [\dot{\vec{\omega}} \times \vec{CB}]$$



Пакте по Th. Пурара:

$$(\varepsilon R)^2 + (\omega^2 R)^2 = a_c^2$$

$$\omega = v/R \Rightarrow (\varepsilon R)^2 + \left(\frac{v^2}{R}\right)^2 = a_c^2$$

$$\varepsilon = \frac{1}{R} \sqrt{a_c^2 - \left(\frac{v^2}{R}\right)^2}$$

Ответ: $\omega = v/R$

$$\Omega = \frac{v \sin \alpha}{R \cos^2 \alpha}$$

$$\dot{\Omega} = \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha R} \sqrt{a_c^2 - \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha R}}$$

$$\dot{\omega} = \frac{1}{R} \sqrt{a_c^2 - \left(\frac{v^2}{R}\right)^2}$$

