

... ..

11

... ..

... ..

... ..

... ..

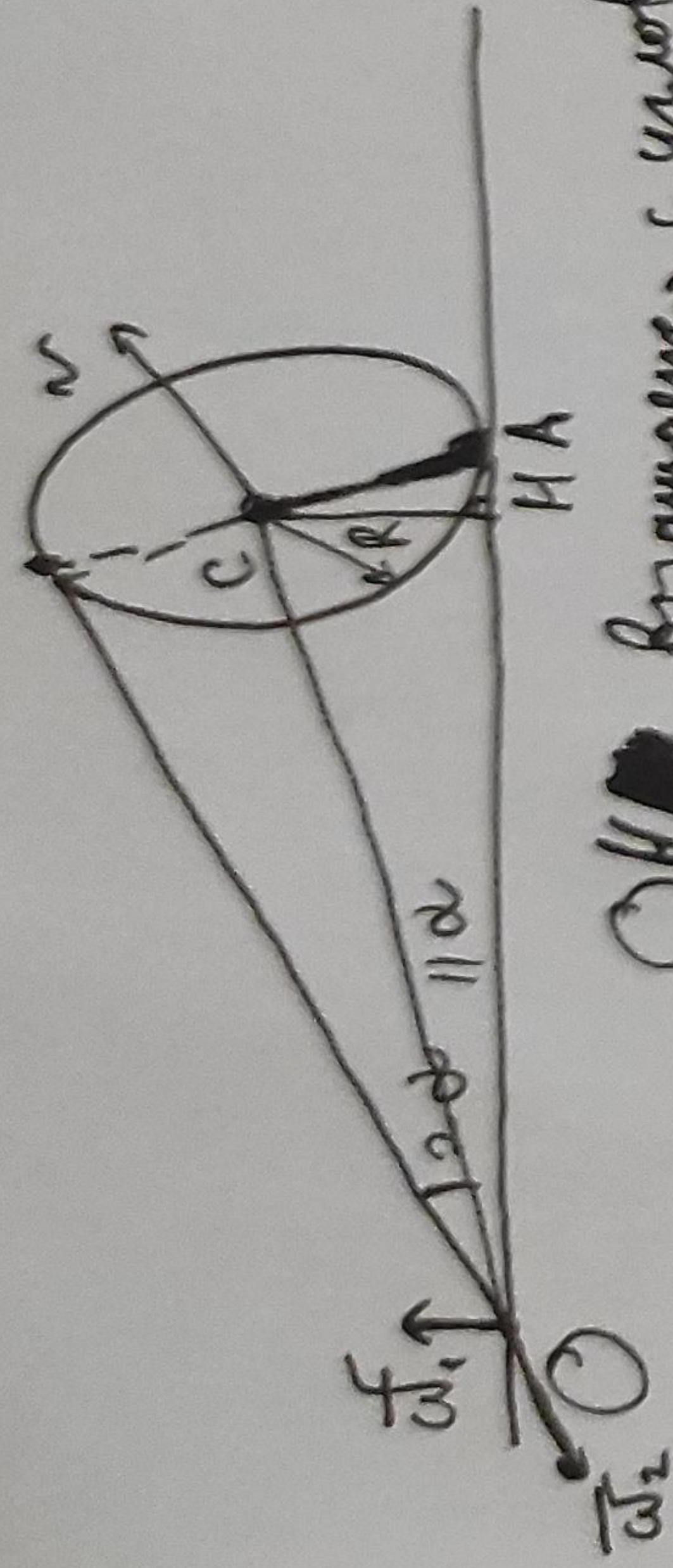
... ..

... ..

$$\frac{c-v}{c+v} = \frac{v}{\frac{c-v}{c+v}} \Rightarrow \frac{c-v}{c+v} = \frac{1}{2} \Rightarrow 2(c-v) = c+v, \Rightarrow v = \frac{c}{3} = \frac{330 \frac{m}{s}}{3} = 110 \frac{m}{s}$$

... ..

№ 6.



Теорема Ч.А. - формула на ОА

ОА - формула с угловой скоростью $\omega_1 = \frac{v \cdot \sin \alpha}{R \cos^2 \alpha}$

$$OH = CH \cdot \tan \alpha = R \cos \alpha \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = R \cos^2 \alpha$$

Кроме формулы скорости сам собой все будет с угловой скоростью ω_2

Самостоятельно не, \Rightarrow скорость точки А равна 0

$$\omega_1 \cdot OA - \omega_2 \cdot R = 0 \Rightarrow \frac{v \sin \alpha}{R \cos^2 \alpha} \cdot \frac{R}{\sin \alpha} - \omega_2 R = 0 \Rightarrow \omega_2 = \frac{v}{R \cos^2 \alpha}$$

Угловая скорость точки $\vec{\omega} = \vec{\omega}_1 + \vec{\omega}_2$

$$\vec{\omega}_1 = 0 \cdot \vec{i} + \omega_1 \cdot \vec{j}$$

$$\vec{\omega}_2 = -\omega_2 \cos \alpha \cdot \vec{i} - \omega_2 \sin \alpha \cdot \vec{j}$$

$$\vec{\omega} = \vec{\omega}_1 + \vec{\omega}_2 = -\omega_2 \cos \alpha \cdot \vec{i} +$$

$$+ (\omega_1 - \omega_2 \sin \alpha) \vec{j} = -\frac{v}{R \cos \alpha} \vec{i} +$$

$$+ \left(\frac{v \sin \alpha}{R \cos^2 \alpha} - \frac{v}{R \cos^2 \alpha} \cdot \sin \alpha \right) \vec{j} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \vec{\omega} = \frac{v}{R \cos \alpha} - \text{угловая скорость вращения}$$

Результат $\vec{\omega}$ формулы с угловой скоростью ω_1 .

$$\Rightarrow \vec{\omega} = \vec{\omega}_1 = \frac{v^2 \sin \alpha}{R^2 \cos^3 \alpha} - \text{угловая скорость (некая произвольная величина)}$$

$$\text{Далее: } \frac{v}{R \cos \alpha} - \text{угловая скорость, } \frac{v^2 \sin \alpha}{R^2 \cos^3 \alpha} - \text{некая произвольная величина}$$

№5.

Объем камеры: $V = 8 \times 3 \times 2,5 = 60 \text{ м}^3$ Смешивая 5 кг
 время $\Delta T = 30 \text{ мин} = 1800 \text{ с}$ $V_{\text{н.н.}} \cdot \rho \approx 0,024 \frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$
 $\rho = 1,2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ воздуха $\rho = 1,2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Поглощенное кол-во энергии $Q_+ = P \cdot \Delta T = 340 \text{ Вт} \cdot 1800 \text{ с} = 612000 \text{ Дж}$

Плотность энергии при нагреве воздуха в камере: $Q_+ = c_m \Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{Q_+}{c_m}$ - удельная теплоемкость

$$\Delta T = \frac{612 \cdot 10^3 \text{ Дж}}{10 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 72 \text{ кг}} \approx 8,5^\circ\text{C}$$

После конечная температура воздуха. $T_2 = T_1 + \Delta T = 20^\circ\text{C} + 8,5^\circ\text{C} = 28,5^\circ\text{C}$

При 20°C относ. влажность $\varphi = 50\% = 0,5$ относ. паров, т.е. паровая часть.

Воздушного пара равно $\rho_{\text{воз}} = \varphi \cdot \rho_{\text{к.н.}}(20^\circ\text{C}) = 0,5 \cdot 2,338 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \approx 1,169 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Т.е. воздух в камере перемешивается, и в-во водяного пара = const, \Rightarrow

$\Rightarrow \rho_{\text{воз}} = \text{const}$ (паровая часть)

Давление пар. при $28,5^\circ\text{C}$: $p_{\text{к.н.}}(28,5^\circ\text{C}) = \frac{(3,7818 + 4,0078) \text{ кПа}}{2} \approx$

$$\approx 3,8948 \text{ кПа}$$

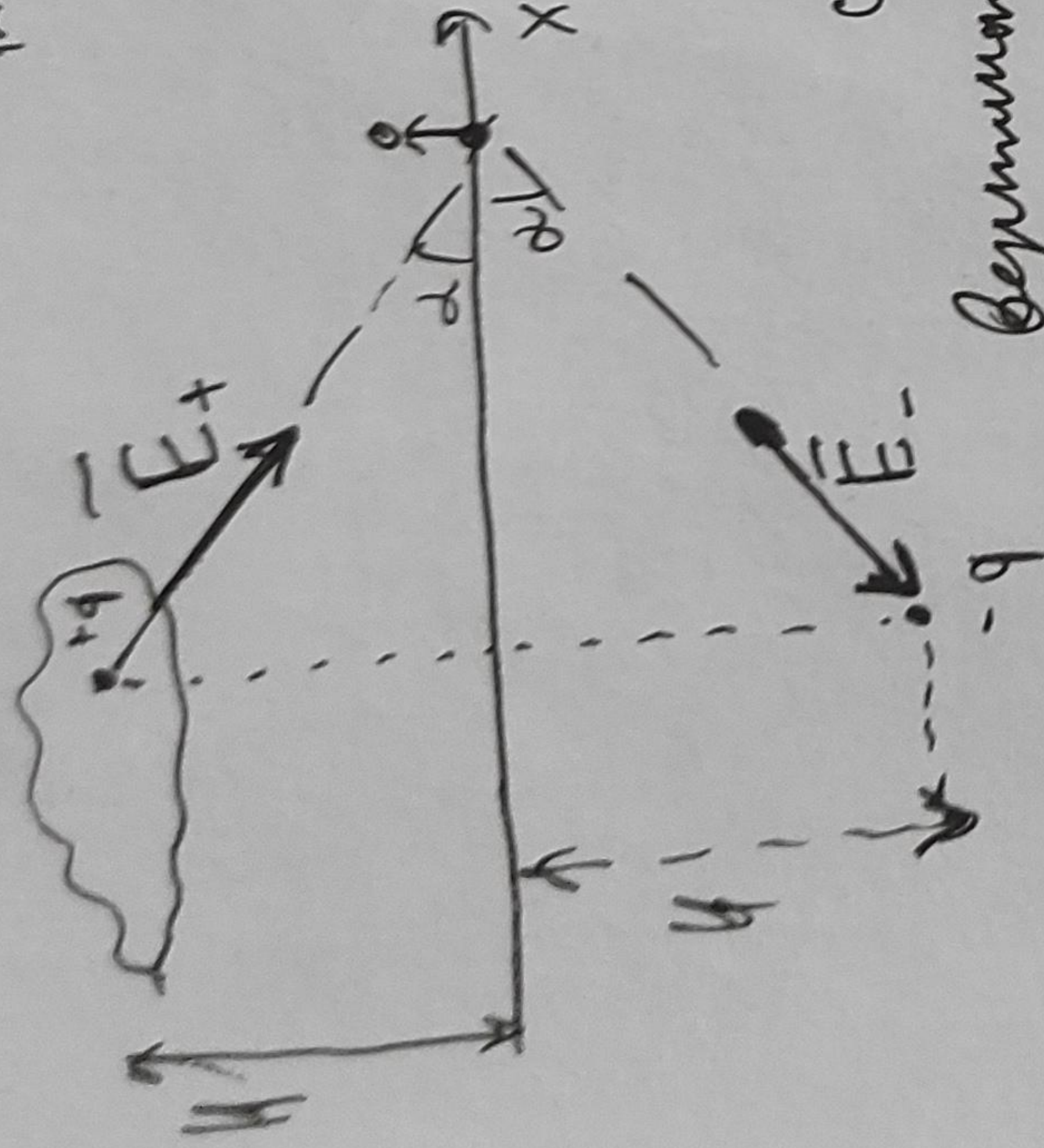
Относ. влажность в конце $\varphi_{\text{кон}} = \frac{\rho_{\text{воз}}}{\rho_{\text{к.н.}}(28,5^\circ\text{C})} \cdot 100\% = \frac{1,1694 \text{ кПа}}{3,8948 \text{ кПа}} \cdot 100\% \approx$

$$\approx 30\%$$

Ответ: 30% - конечная относительная влажность.

11.

Восстановить направление, ~~показать~~ ~~показать~~



Из принципа суперпозиции векторов

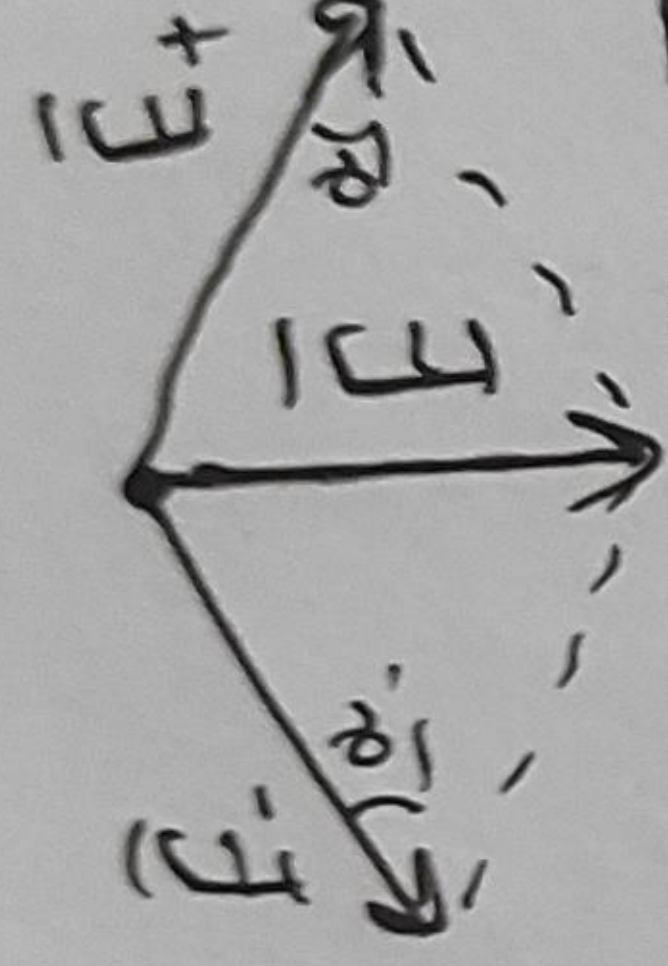
$$\vec{E} = \vec{E}_+ + \vec{E}_-$$

Дано:

$$q = 30 \text{ нКл}$$

$$E = 2000 \text{ В/м}$$

$$\sin \alpha = \frac{H}{\sqrt{H^2 + D^2}}$$



Из симметрии равнодействующие

$$\text{составляющие } \vec{E}_+ \text{ и } \vec{E}_- \text{ взаимноперпендикулярны друг другу, а}$$

$$\Rightarrow E = \frac{kq}{H^2 + D^2} \cdot \sin \alpha + \frac{kq}{H^2 + D^2} \cdot \frac{H}{(H^2 + D^2)^{3/2}}$$

Вертикальные - складываемся, м.к. по условию направление вектора

$$E^2 = \frac{4k^2 q^2 H^2}{(H^2 + D^2)^3}, \text{ пусть } t = \frac{H^2}{D^2}, \text{ м.к. по условию направление вектора}$$

узнаем, $H \ll D, \Rightarrow H^2 \ll D^2, \Rightarrow t \ll 1, \Rightarrow$ применяем асимптотическое разложение

$$(1+t)^3 \approx 1+3t \Rightarrow (1+t)^3 = \frac{4k^2 q^2}{E^2 D^4} + t \Rightarrow t = \frac{1}{\frac{4k^2 q^2}{E^2 D^4} - 3} \Rightarrow$$

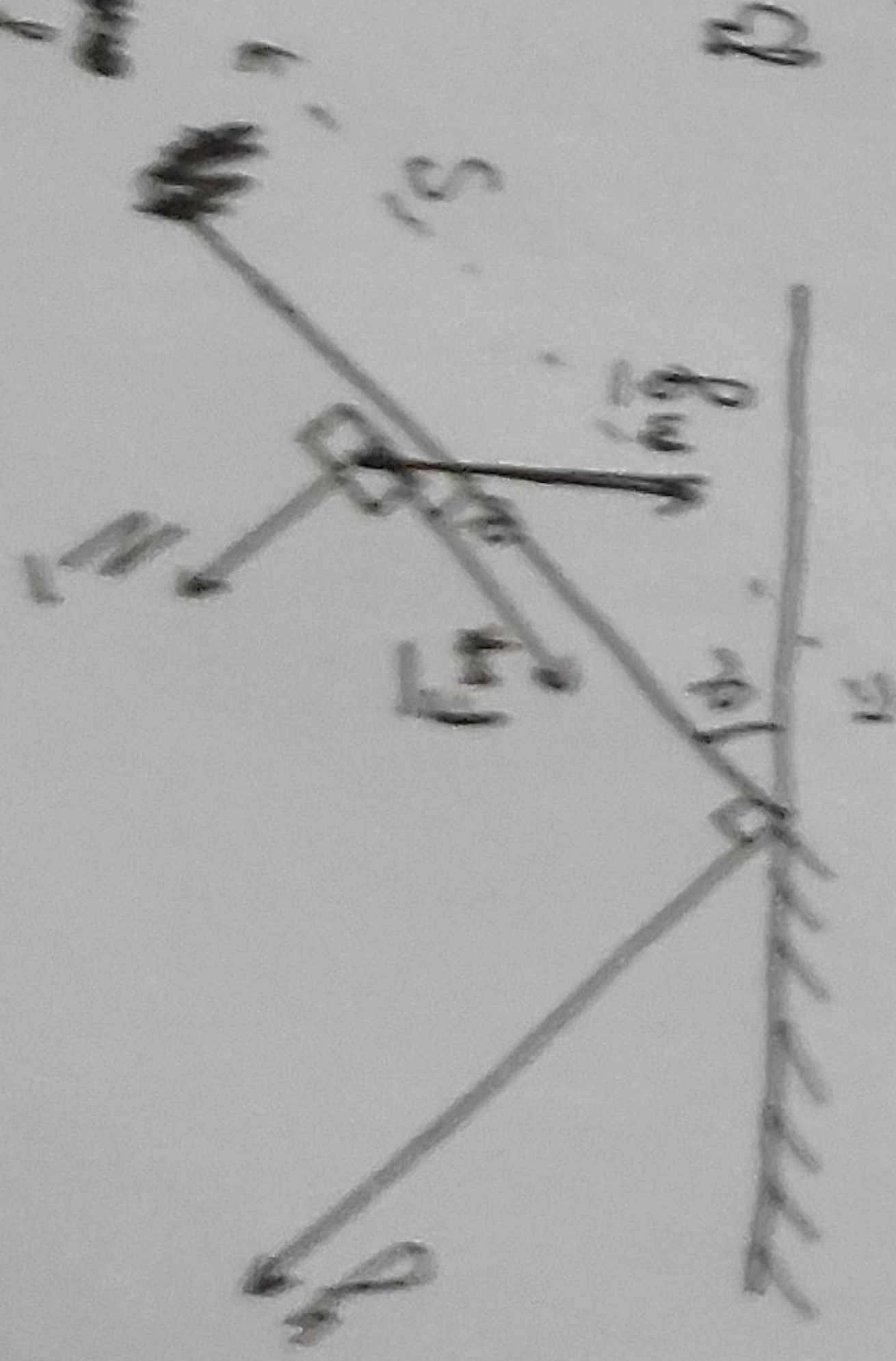
$$\Rightarrow H^2 = \frac{D^2}{\frac{4k^2 q^2}{E^2 D^4} - 3} \Rightarrow H = \frac{D}{\sqrt{\frac{4k^2 q^2}{E^2 D^4} - 3}}$$

Ответ: $\frac{D}{\sqrt{\frac{4k^2 q^2}{E^2 D^4} - 3}}$

~~ответ~~

53. Скорость

Вектор \vec{v} , у нас равен



$$\sin \alpha = \frac{3}{5} \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

$$\mu = \frac{1}{4}; \quad \mu = 0,5 S$$

Вспомогательный:

$$N = mg \cdot \cos \alpha = mg, \alpha = 0, \Rightarrow N = mg \cos \alpha$$

Тогда выделим посылку с кин. энергией W_k . Кинетическая энергия W_k увеличивается на величину W_k и работу сил трения $A_{F_{fr}}$

$$W_k = mgh = S \cdot \sin \alpha. \text{ Для любого участка } \frac{m v_k^2}{2} = mgh + A_{F_{fr}} + \frac{m v^2}{2}, \text{ где } v - \text{скорость на вершине. (из 33)}$$

Т.е. масса равномерно увеличивается по длине, но сила трения опоры N будет линейно уменьшаться от $mg \cos \alpha$ при $0 < x < L$, где x - начальная длина участка на вершине.

Тогда $x \geq L$ сила трения опоры - const = $mg \cos \alpha$

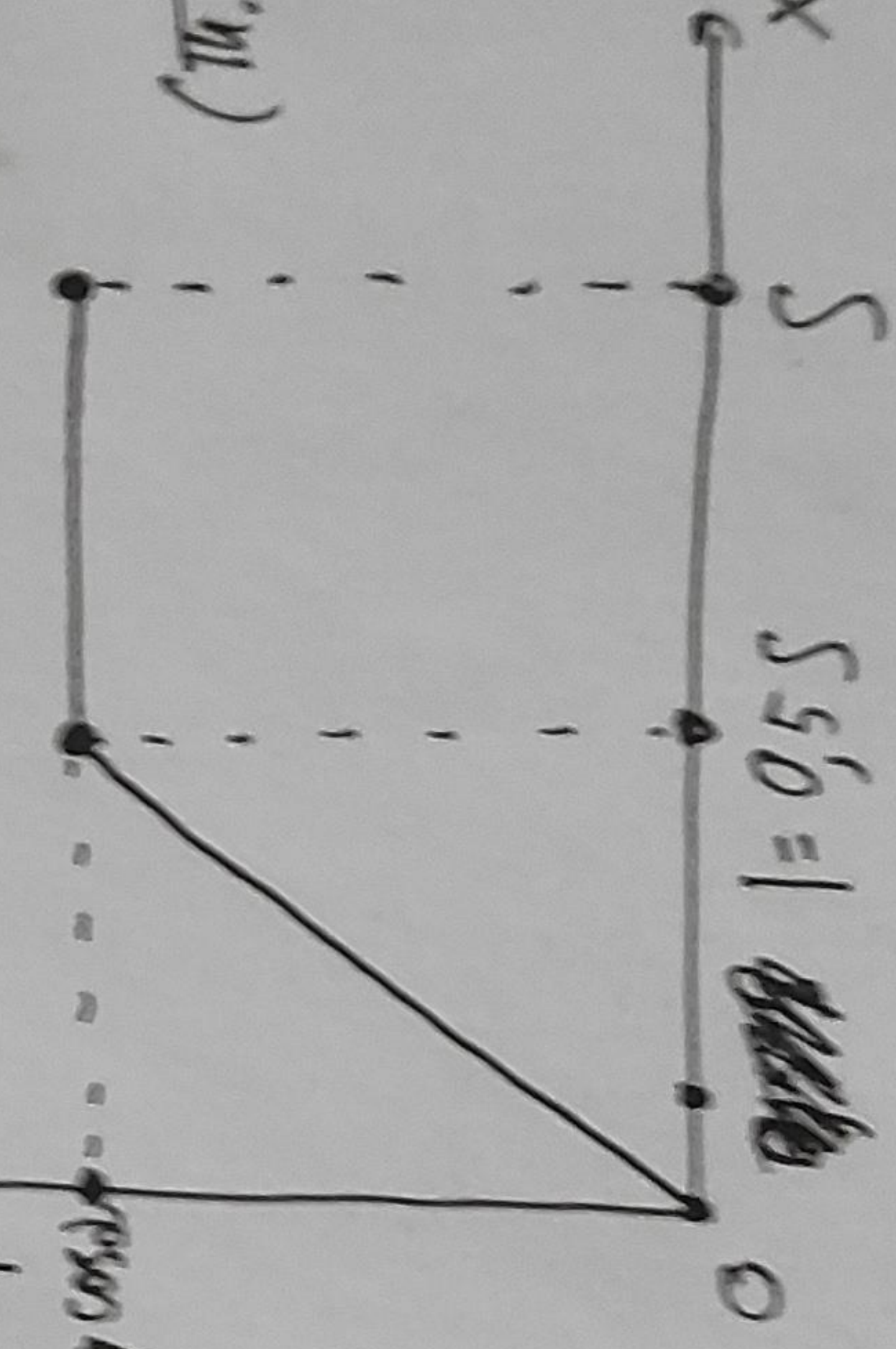
Для участка длиной:

$$F_{fr} = \mu N$$

$$A_{F_{fr}} = \text{интеграл по } x$$

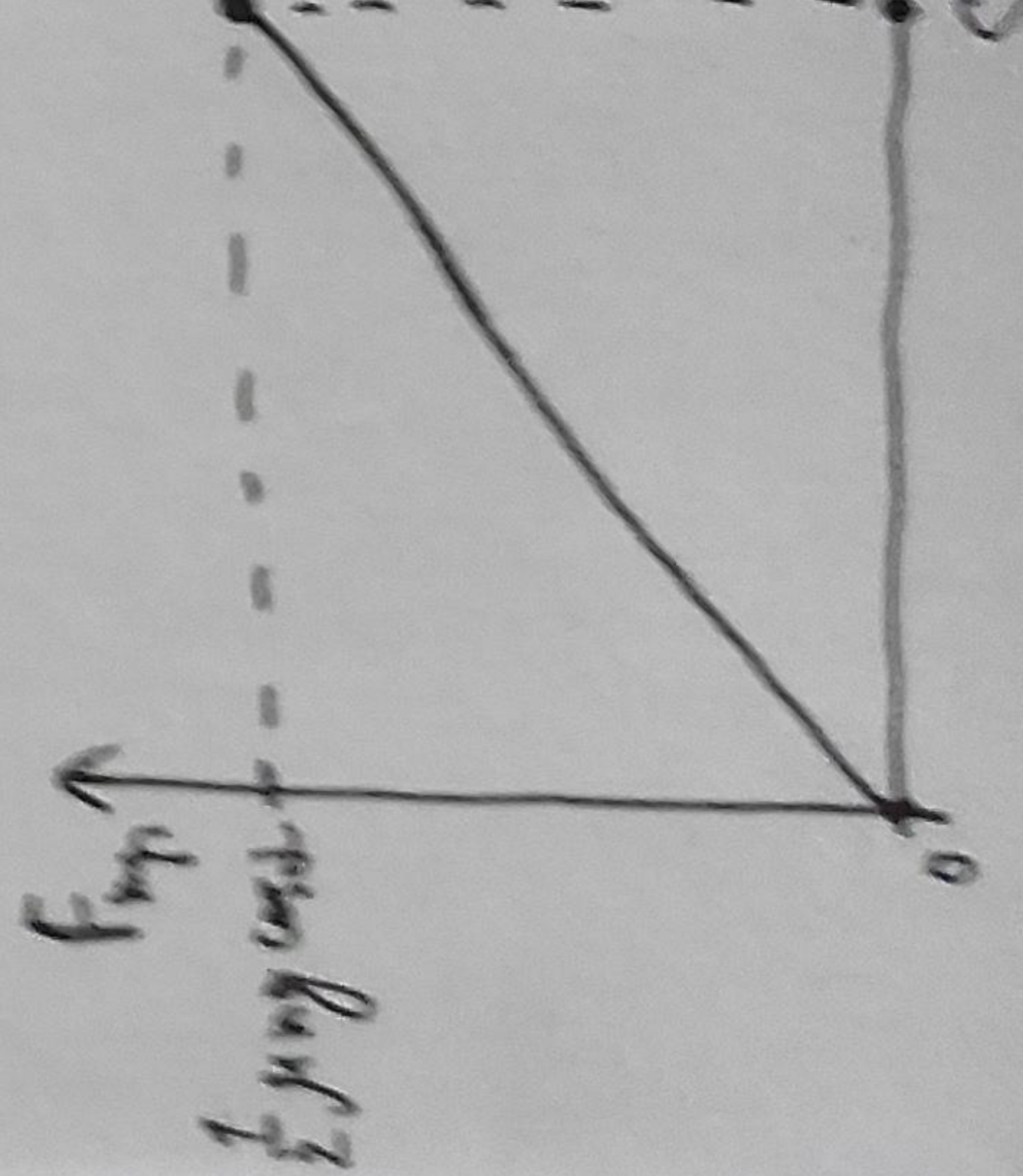
$$F_{fr}(x) = \mu mg \cos \alpha$$

$$A_{F_{fr}} = \frac{9,5 S}{2} \cdot \mu mg \cos \alpha = \frac{3}{4} \mu mg S \cos \alpha$$



Для участка длиной:

$$A_{F_{fr}} = \frac{1}{2} S \cdot \mu mg \cos \alpha = \frac{1}{4} \mu mg S \cos \alpha$$



$\Rightarrow A_{F_{fr}}$ является функцией длины, \Rightarrow \Rightarrow скорость увеличивается на величину Δv_k на вершине дуги, не на вершине.

$$\frac{m v_k^2}{2} = mg S \sin \alpha + \frac{3}{4} \mu mg S \cos \alpha + \frac{m v^2}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{v_k^2}{2} = g S \sin \alpha + \frac{3}{4} \mu g S \cos \alpha + \frac{v^2}{2}$$

$$v_k^2 = g S \cdot \frac{3}{4} + \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{4} \cdot g S \cdot \frac{4}{5} \Rightarrow v_k = \sqrt{v^2 - 1,5 g S}$$

v_k - константа, скорость не меняется.

$$\Delta S (m \cdot g) \cdot \frac{V_0^2}{2} = m g S \sin \alpha + \frac{1}{4} \mu m g S \cos \alpha + \frac{m V_0^2}{2} \Big|_{V_0}^{V_2} \quad V_2 - \text{кон. скорость груза в конце пути}$$

$$V_0^2 = 2 g S \cdot \frac{3}{5} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{5} \cdot g \cdot S \cdot \frac{4}{5} + V_2^2$$

сравним
и уг

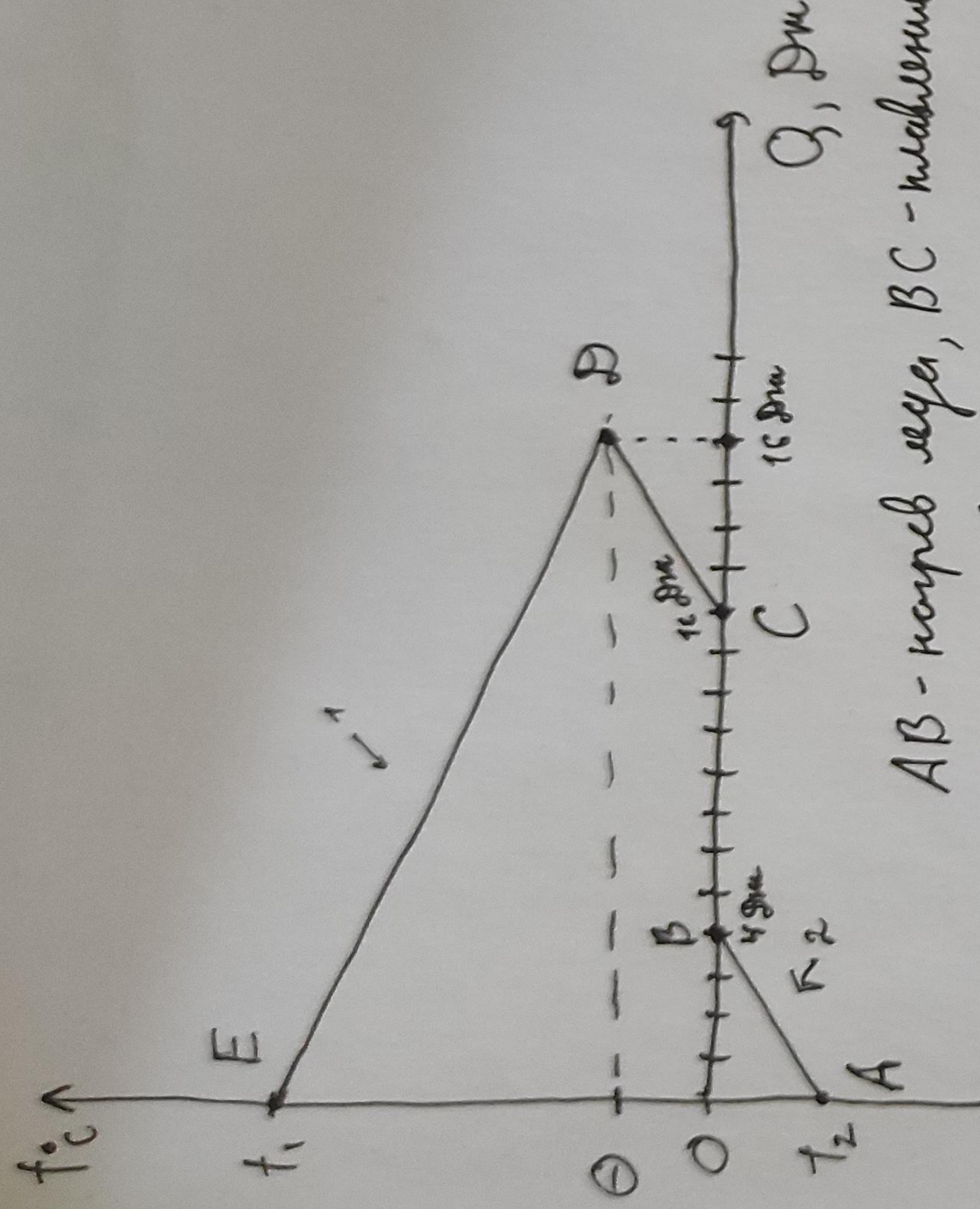
$$V_2 = \sqrt{V_0^2 - 1,3 g S} \quad , \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{разность скоростей } \Delta V = \sqrt{V_0^2 - 1,3 g S} - \sqrt{V_0^2 - 1,5 g S}$$

Ответ: разность скоростей $\sqrt{V_0^2 - 1,3 g S} - \sqrt{V_0^2 - 1,5 g S}$, причем
выбрав сегменту грузу, т.е. отсчитав расстояние груза до вершины в вершине
меньшие концы на равном уровне.

№2.

Смешивание 2-ух



Дано: $m_8 = m_2$ (масса воды)
 m_1 (масса пара)

$$|Q_{AB}| = 4 \text{ MW} \quad |Q_{CD}| = 4 \text{ MW}$$

$$|Q_{ED}| = 8 \text{ MW} \quad |Q_{BD}| = 10 \text{ MW}$$

$$\lambda_{\text{вода}} = 0,32 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

t_1 - нач. темп. воды

t_2 - кон. темп. воды

θ - темп. конденсата

AB - нагрев воды, BC - нагрев пара, CD - нагрев воды, который стал паром
 ED - охлаждение воды.

$$Q_{AB} = c_a m_a (0 - t_2) \Rightarrow |Q_{AB}| = c_a m_a t_2 = 2 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot m \cdot |t_2|$$

$$|Q_{BC}| = \lambda m_2, \quad Q_{CD} = c_8 m_2 \cdot (\theta - 0) = c_8 m_2 \cdot \theta$$

$$Q_{ED} = c_8 m_8 (\theta - t_1) \Rightarrow |Q_{ED}| = c_8 m_8 \cdot (t_1 - \theta)$$

$$Q_+ = |Q_{ED}| \quad (Q_+ - выделенная мощность) = 4200 \cdot m \cdot (t_1 - \theta)$$

$$Q_- = |Q_{AB}| + |Q_{BC}| + |Q_{CD}| \quad (Q_- - потребляемая мощность)$$

$$Q_- = 2 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot m \cdot |t_2| + \lambda \cdot m + 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot m \cdot \theta$$

В теплообменнике суммарная $Q_+ = Q_-$ (мощность баланса)

$$4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot m \cdot (t_1 - \theta) = 2 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot m \cdot |t_2| + \lambda m + 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot m \cdot \theta$$

$$4200 (t_1 - \theta) = 2 \cdot 10^6 |t_2| + \lambda + 4200 \theta$$

$$|Q_{AB}| = 2 \cdot 10^6 \cdot m \cdot |t_2| = 4 \text{ MW} \quad |Q_{BC}| = \lambda m = 8 \text{ MW} \Rightarrow m = \frac{8 \text{ MW}}{\lambda} = \frac{8 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}}{0,32 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} = 25 \cdot 10^6 \text{ кг}$$

$$2 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 25 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot |t_2| = 4 \text{ MW} \Rightarrow |t_2| \approx 76^\circ \text{C}, \quad t_2 < 0 \Rightarrow t_2 = -76^\circ \text{C}$$

$$|Q_{ED}| = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 25 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot (t_1 - \theta) = 10 \text{ MW} \quad |Q_{CD}| = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 25 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \theta = 4 \text{ MW}$$

$$\Rightarrow t_1 - \theta \approx 152^\circ \text{C} \Rightarrow t_1 = 152^\circ \text{C} + 38^\circ \text{C} = 190^\circ \text{C} \Rightarrow \theta \approx 38^\circ \text{C}$$

Ответ: Дифференциал асимптот не будет равен радиусу, т.к. из его уравнения
 можно вывести, что радиус не зависит от θ . Вывод: все, что зависит от θ , не зависит от радиуса
 $t_1 = 190^\circ \text{C}, \theta = 38^\circ \text{C}; t_2 = -76^\circ \text{C}$

Сила реакции опоры

мощ. ватт ν , м^2

дт.

Площадь внутренней поверхности обода $S = 2\pi r h$

сила реакции опоры $N = p S = 2\pi p r h$

Максимальная сила трения $F_{\text{тр max}} = \mu N = \mu \cdot 2\pi \cdot p \cdot r \cdot h$

Момент трения, действ. на диск: $M = F_{\text{тр max}} \cdot r = 2\pi \mu p r^2 h = 2 \cdot \pi \cdot 0,8 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} \cdot 15 \cdot 10^{-3} \cdot 0,02^2 \cdot 0,754 \cdot 11 \cdot 21$

Угловая скорость диска $\omega_1 = \frac{2\pi}{60} \cdot 5340 \cdot \frac{2\pi}{60} \approx 559 \frac{\text{рад}}{\text{сек}}$

Механическая мощность $P_{\text{мех1}} = M \omega_1 = 0,754 \cdot 559 \approx 421 \text{ Вт}$

средняя КПД 60% электрическая мощность $P_{\text{эл1}} = \frac{P_{\text{мех1}}}{0,6} = \frac{421}{0,6} \approx 702 \text{ Вт}$

При расчете учитываем механическую мощность возрастает в 1,5 раз:

~~$P_{\text{эл2}} = 1,5 \cdot 702 = 1052 \text{ Вт}$~~

~~Электрическая мощность в электродвигателе: $P_{\text{эл2}} = \frac{P_{\text{мех2}}}{0,6} = \frac{631}{0,6} \approx 1052 \text{ Вт}$~~

~~Средняя скорость, мощность вала $P = UI \Rightarrow I = \frac{P_{\text{эл2}}}{U}$~~

~~$\approx \frac{1052}{220} \approx 4,8 \text{ А}$~~

~~$\omega_2 = \nu_2 \cdot \frac{2\pi}{60} = 3240 \cdot \frac{2\pi}{60} \approx 339 \frac{\text{рад}}{\text{сек}}$~~

~~$P_{\text{мех2}} = M \omega_2 \cdot 1,5 = 0,754 \cdot 339 \cdot 1,5 = 383 \text{ Вт}$~~

~~Диск: $4,8 \text{ А}$~~

~~$P_{\text{эл2}} = P_{\text{мех2}} / 0,6 = 639 \text{ Вт}$~~ ~~$I = \frac{639}{220} \approx 2,9 \text{ А}$~~

Диск: $I = 3,2 \text{ А}$ $P_{\text{эл1}} = 702 \text{ Вт}$