



Вариант задания

1

Лист работы

1 из 6

N5

Будем считать, что давление в комнате равно
нормальному атмосферному. Из-но.

$$p_0 = 101325 \text{ Па}$$

$$P = 3 \text{ Вт} \quad N = 340 \text{ Вт} \quad t = 30 \cdot 60 = 1800 \text{ с}$$

$$pV = \nu RT \quad (\text{уравнение идеального газа})$$

$$pV = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow p = \frac{p}{\mu} RT \Rightarrow \rho = \frac{\mu p}{RT}$$

Из-но: p_1 - давление пара ρ_1 - плотн. вод. пар.

$$T_1 = 20^\circ \text{C} = 293 \text{ К}$$

$p_{н1}$ - давление насыщ. пара при этой

T_1 .

$\rho_{н1}$ - плотн. нас. пара при T_1

p_0 - давление воздуха

V_0 - кол-во потока воздуха

В конце: V - кол-во водяного пара.

p_2 - давление пара ρ_2 - плотн. вод. паров

T_2 - температ. в конце. ρ_{H_2} - давл. насыщ. паров при T_2



$Q = Nt$ ρ_{H_2} - плотн. нас. паров при T_2

$$p_0 V = \nu_0 R T_1$$

$$V = 2,5 \cdot 3 \cdot 8 \text{ м}^3 = 60 \text{ м}^3$$

$$\nu_0 = \frac{p_0 V}{R T_1}$$

$$\varphi_1 = 0,5$$

$$\varphi_2 = ?$$

$$\varphi_1 = \frac{p_1}{p_{H_1}} = \frac{\mu p_1 \cdot R T_1}{R T_1 \cdot \mu p_{H_1}} = \frac{p_1}{p_{H_1}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p_1 = \varphi_1 p_{H_1}$$

$$p_1 V = \nu R T_1 \Rightarrow \nu = \frac{p_1 V}{R T_1} = \frac{\varphi_1 p_{H_1} V}{R T_1}$$

$$Q = Nt \quad \Delta V = 0 \Rightarrow A = 0 \Rightarrow Q = \Delta U = \frac{5}{2} R \nu_0 \Delta T =$$
$$= \frac{5}{2} \nu_0 R (T_2 - T_1) \text{ (воздух считаем двухатомным)}$$

$$T_2 - T_1 = \frac{2Q}{5 \nu_0 R} = \frac{2Q}{5 \nu_0 R} = \frac{2Q \cdot R T_1}{5 R \cdot p_0 V} = \frac{2Q T_1}{5 p_0 V} =$$

$$= \frac{2Q Nt T_1}{5 p_0 V} \Rightarrow T_2 = T_1 + \frac{2Nt T_1}{5 p_0 V}$$

$$\varphi_2 = \frac{p_2}{p_{H_2}} = \frac{\mu p_2 \cdot R T_2}{R T_2 \cdot \mu p_{H_2}} = \frac{p_2}{p_{H_2}}$$

$$p_2 V = \nu R T_2 = \frac{\varphi_1 p_{H_1} V}{R T_1} R T_2 =$$



$$= \frac{T_2}{T_1} \varphi_1 p_{H1} V$$

$$p_2 = \frac{T_2}{T_1} \varphi_1 p_{H1}$$

$$\varphi_2 T_2 = T_1 + \frac{2N \pm T_1}{5p_0 V}$$

$$T_2 = 293 \text{ К} + \frac{293 \cdot 2 \cdot 340 \cdot 1800}{5 \cdot 101325 \cdot 60} \text{ К} = 304,8 \text{ К} \Rightarrow \approx 31,8^\circ \text{C}$$

При этой температуре $p_{H2} \approx 4,7578 \text{ кПа}$
(\approx как при 32°C)

$$\varphi_2 = p_2 = \frac{304,8}{293} \cdot 0,5 \cdot 2,3388 \text{ кПа} \approx 1,216 \text{ кПа}$$

$$\varphi_2 = \frac{p_2}{p_{H2}} \Rightarrow \varphi_2 = \frac{1,216}{4,7578} \approx 25,6\%$$

Ответ: $\approx 25,6\%$.

N1

v - скорость источника

$u = 500 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ - скорость звука.

$$\left. \begin{aligned} 2x &= (v+u)t \\ x &= (v-u)t \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{v+u}{v-u} = 2 \Rightarrow v+u = 2v-2u$$



$$\mathcal{V} = 3U$$

$$U = \frac{\mathcal{V}}{3}$$

$$U = \frac{500}{3} \frac{\mu}{c} \approx 167 \frac{\mu}{c}$$

$$\text{Ответ: } \approx 170 \frac{\mu}{c}$$

N2

Q_0 - кол-во теплоты, соответствующее одному делению на графике.

Заметим, что процессу плавления соответств. 8 делений, т.е. $Q_{пл} = 8Q_0$.

$m_1 = m_2 = m$ - масса льда и воды.

$$8Q_0 = \lambda m \Rightarrow \lambda = \frac{8Q_0}{m} \quad Q_0 = \frac{\lambda m}{8}$$

уд. тепл. плав. льда

Процессу нагревания льда соотв. 4 дел.

$$4Q_0 = c_m (0 - t_2)m \Rightarrow c_m t_2 = -\frac{4Q_0}{m c_m}$$

уд. теплоёмк. нагрев. льда

$$t_2 = -\frac{4}{m c_m} \cdot \frac{\lambda m}{8} = -\frac{\lambda}{2 c_m}$$

$$t_2 = -\frac{0,32 \cdot 10^6}{2 \cdot 2100} ^\circ\text{C} = -76,2 ^\circ\text{C} - \text{нак. темпер.}$$

льда.

θ - темпер. равновесия.

На нагрев. растаявшего льда до температуры θ уходит $4Q_0$ (по графику).



Вариант задания

1

Лист работы 3 из 6

$$4Q_0 = C_v (\theta - 0)m$$

↑
уд. теплоёмк. воды

$$\theta = \frac{4Q_0}{C_v m} = \frac{4}{C_v m} \cdot \frac{\lambda m}{8} = \frac{\lambda}{2C_v}$$

$$\theta = \frac{0,32 \cdot 10^6}{2 \cdot 4200} \text{ } ^\circ\text{C} = 38,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

На остывание воды с температурой t_1 до θ уходит $16Q_0$ выделяется (по графику).

$$16Q_0 = C_v m (t_1 - \theta)$$

$$t_1 = \theta + \frac{16Q_0}{C_v m} \Rightarrow t_1 = 38,1 \text{ } ^\circ\text{C} + \frac{16}{2}$$

$$t_1 = \theta + \frac{16}{C_v m} \cdot \frac{\lambda m}{8} = \theta + \frac{2\lambda}{C_v} = \frac{\lambda}{2C_v} + \frac{2\lambda}{C_v} = \frac{5\lambda}{2C_v}$$

$$t_1 = \frac{5 \cdot 0,32 \cdot 10^6}{2 \cdot 4200} \text{ } ^\circ\text{C} = 190,5 \text{ } ^\circ\text{C} - \text{такое возможно}$$

только при высоком внешнем давлении.
(больше p_a)

$$\text{Ответ: } t_1 = 190,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_2 = -76,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

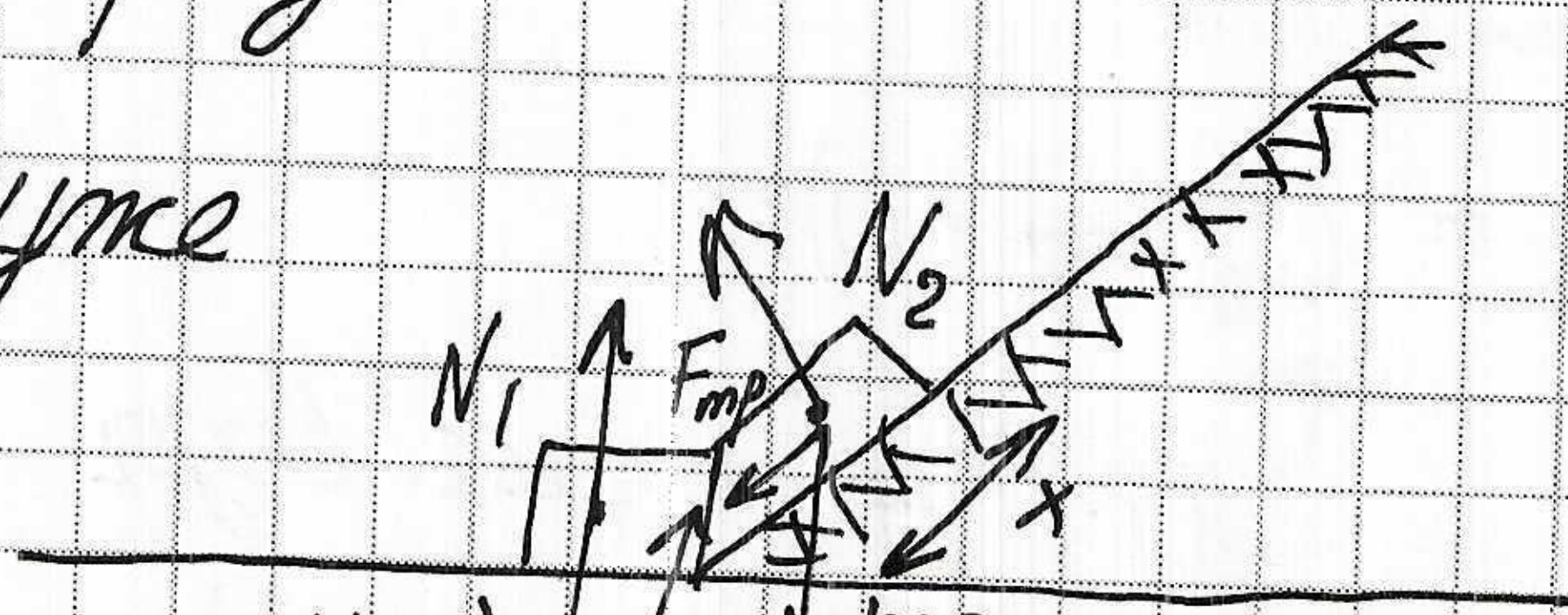
$$\theta = 38,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$



I случай: короткая ледянка:

Момент "заезда" на горку:

Пусть длина x ледянки уже заехала, тогда:



$$m = \frac{x}{l} M$$

M - масса всей ледянки и человека

m - масса "на горке"

$$N_2 = mg \cos \alpha \Rightarrow F_{mp1} = \mu N_2 = \mu mg \cos \alpha$$

$$F_{mp1} = \frac{x}{l} \mu M g \cos \alpha$$

$$dA_{mp1} = -F_{mp1} dx = -\frac{dx \cdot x}{l} \mu M g \cos \alpha$$

$$A_{mp1} = \left. -\frac{x^2}{2l} \mu M g \cos \alpha \right|_0^l = -\frac{l}{2} \mu M g \cos \alpha = -\frac{S}{4} \mu M g \cos \alpha$$

↑ работа сил трения "на подъёме вкатывании" на горку

A_{mp1} - работа сил трения при дальнейшем подъёме.

$$A_{mp1}' = -F_{mp1}' (S-l) = -\mu M g \cos \alpha \frac{S}{2}$$

$$A_{mpI} = A_{mp1} + A_{mp1}' = -\frac{3S}{4} \mu M g \cos \alpha$$

работа сил трения в I случае



Работа силы тяжести в I случае:

$$A_{\text{тж I}} = -Mg(S \sin \alpha - \frac{l}{2} \sin \alpha) = -Mg \sin \alpha \cdot \frac{3S}{4}$$

ЗСЭ: (сила реакции опоры работу не совершает)

$$M \frac{v_0^2}{2} - \frac{3}{4} S \mu Mg \cos \alpha - \frac{3}{4} S Mg \sin \alpha =$$

$$= M \frac{U_1^2}{2} \Rightarrow U_1^2 = v_0^2 - 2 \cdot \frac{3}{4} (\mu g \cos \alpha + g \sin \alpha) g S =$$

$$= v_0^2 - \frac{3}{2} \left(\mu \cdot \frac{4}{5} + \frac{3}{5} \right) g S = v_0^2 - \frac{3}{2} \cdot \frac{4}{5} g S =$$

$$= v_0^2 - \frac{6}{5} g S$$

II случай:

А-но:

$$A_{\text{тр II}} = - \frac{dx \cdot x}{L} \mu Mg \cos \alpha \Big|_0^S$$

(только «въезж.» до S)

$$A_{\text{тр II}} = - \frac{S^2}{2S \cdot 2} \mu Mg \cos \alpha = - \frac{S}{4} \mu Mg \cos \alpha$$

$$A_{\text{тж II}} = - \frac{Mg}{2} \cdot \frac{S \sin \alpha}{2} = - \frac{Mg S \sin \alpha}{4}$$

ЗСЭ:



$$\frac{v_{0M}^2}{2} - \frac{Mgs \sin \alpha S}{4} - \mu M g \cos \alpha S \cdot \frac{1}{4} = \frac{U_2^2 M}{2}$$

$$U_2^2 = v_0^2 - \frac{2gS}{4} (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

$$U_2^2 = v_0^2 - \frac{gS}{2} \left(\frac{3}{5} + \frac{1}{4} \cdot \frac{4}{5} \right) = v_0^2 - \frac{gS}{2} \cdot \frac{4}{5} = v_0^2 - \frac{2}{5} gS$$

$$U_2 - U_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{2}{5} gS} - \sqrt{v_0^2 - \frac{6}{5} gS}$$

Быстрее длинная ледянка \Rightarrow физик ехал на ней.

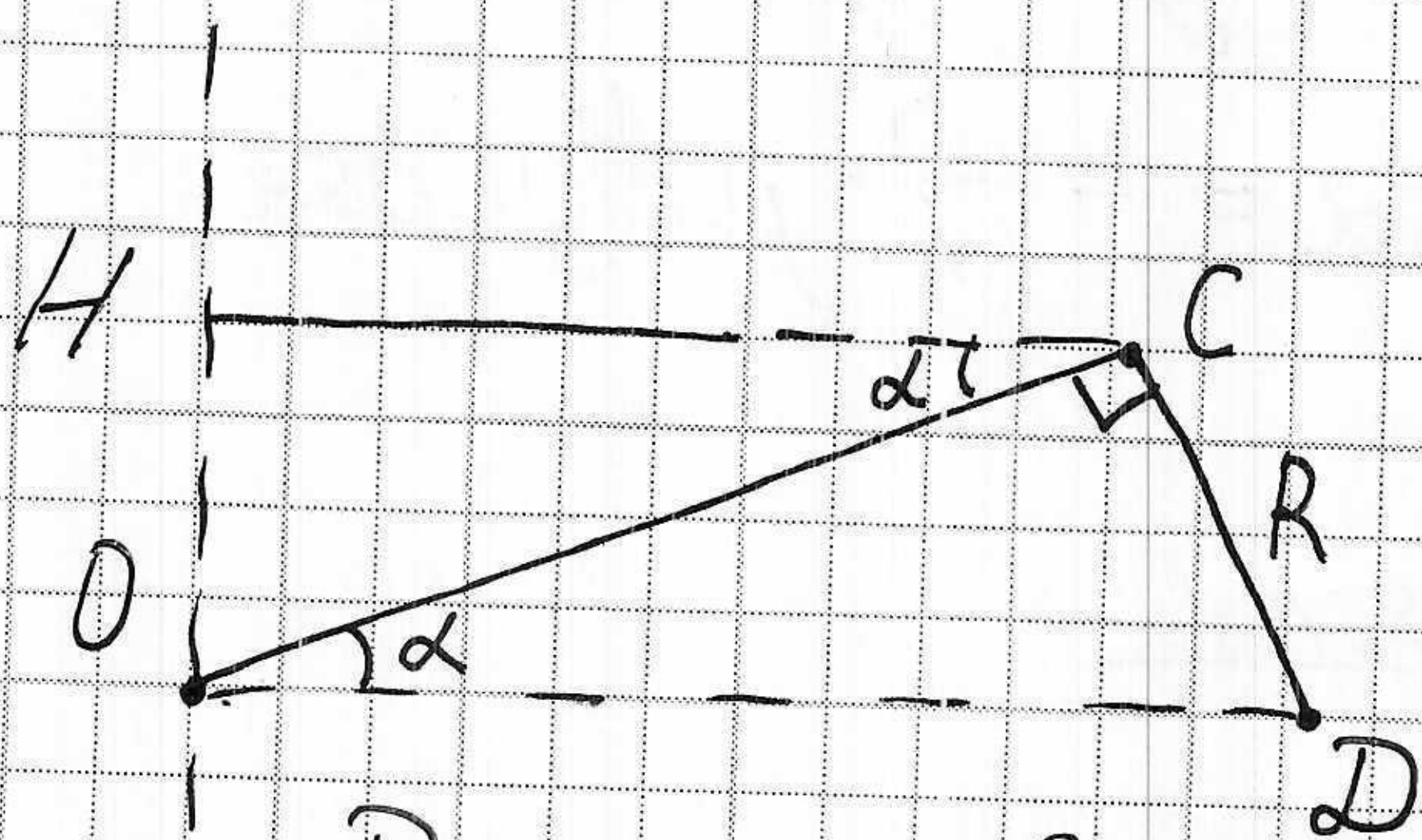
Ответ:

$$U_2 - U_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{2}{5} gS} - \sqrt{v_0^2 - \frac{6}{5} gS}$$

Да Физик ехал на длинной ледянке.

№46

Рассмотрим точки на оси ~~диск~~ колпака. Они совершают вращение только ~~при вращении~~ от-но верт. оси проходящей через O . $\Rightarrow C \in$ этой оси \Rightarrow
 $\Rightarrow \omega = \frac{v}{r}$, где r - радиус вращения от-но оси.



$OC \perp CD$, т.к. ось симметрии \perp плоскости основ.
 $CD = R \Rightarrow OC = \frac{R}{\tan \alpha}$

D - т. основания, соприк. с полом



Вариант задания 1

$$CH = r$$

$$OH \perp CH$$

$$\angle HCO = \angle COD = \alpha \text{ (по уг. нар-м.)}$$

$$HC = CO \cos \alpha \Rightarrow r = \frac{R}{\operatorname{tg} \alpha} \cos \alpha = \frac{R \cos^2 \alpha}{\sin \alpha}$$

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

$$\cancel{R} \omega' = \frac{\sin \alpha}{R \cos^2 \alpha}$$

$$\omega_R' = \frac{v \sin \alpha}{\cos^2 \alpha} \cdot (-1) \cdot R^{-2} = - \frac{v \sin \alpha}{\cos^2 \alpha R^2}$$

$$\omega_\alpha' = (\cos^2 \alpha)' = -2 \cos \alpha \sin \alpha$$

$$\omega = \frac{v}{R} \left(\frac{1}{\cos^2 \alpha} \right)' = (-1) \cdot \frac{1}{\cos^4 \alpha} \cdot (-2 \cos \alpha \sin \alpha) =$$

$$= \frac{2 \sin \alpha}{\cos^3 \alpha}$$

$$\omega_\alpha' = \frac{v}{R} \left(\frac{2 \sin \alpha}{\cos^3 \alpha} \cdot \sin \alpha + \cos \alpha \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha} \right) =$$

$$= \frac{v}{R} \left(\frac{2 \sin^2 \alpha}{\cos^3 \alpha} + \frac{1}{\cos \alpha} \right) = \frac{v}{R \cos \alpha} (2 \operatorname{tg}^2 \alpha + 1)$$

Омберн:

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

$$\omega_R' = - \frac{v \sin \alpha}{\cos^2 \alpha R^2}$$

$$\omega_{\omega}' = \frac{\sin \alpha}{R \cos^2 \alpha}$$

$$\omega_{\omega}' = \frac{v}{R \cos \alpha} (1 + 2 \tan^2 \alpha)$$



N7 Ситуационная задача

$$r = 20 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 0,02 \text{ м}$$

$$h = 15 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 0,015 \text{ м}$$

$$\rho = 25 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$\mu = 0,8$$

$$U = 220 \text{ В}$$

$$v_1 = 5340$$

$$n = 1,5$$

$$v_2 = 3240$$

$$D_1 = 0,6$$

$$\Delta A_{\text{тр}} = - \rho S_0 F_{\text{тр}} \quad \Delta l = \rho \cdot 2\pi r h \cdot \Delta t v_1 \cdot 2\pi r \mu =$$

$$= - \rho \cdot (2\pi r)^2 h v_1^2 \Delta t \mu \Rightarrow N_1 = \rho \cdot (2\pi r)^2 h v_1^2 \mu - \text{мощность уходящая на трение.}$$

$$D_1 = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{общ}}} = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{тр}} + A_{\text{пол}}} = \frac{P}{N_1 + P} \Rightarrow \frac{1}{D_1} = 1 + \frac{N_1}{P_{\text{пол}}}$$

$$\frac{N_1}{P_{\text{пол}}} = \frac{1}{D_1} - 1 \Rightarrow \frac{N_1}{P_{\text{пол}}} = \frac{1 - D_1}{D_1} \Rightarrow P_{\text{пол}} = \frac{D_1}{1 - D_1} N_1$$



Вариант задания 1

Лист работы 6 из 6

$$P_{\text{хол}} = \frac{D_1}{1-D_1} \rho h v_1 \mu \cdot (2\pi r)^2$$

$$P = \left(1 + \frac{D_1}{1-D_1}\right) \rho h \mu v_1 \cdot (2\pi r)^2$$

$$P = \frac{1-D_1+D_1}{1-D_1} \rho h \mu v_1 (2\pi r)^2 = \frac{1}{1-D_1} \rho h \mu v_1 (2\pi r)^2$$

$$P = \frac{1}{1-0,6} \cdot 25 \cdot 10^3 \cdot 15 \cdot 10^{-3} \cdot 0,8 \cdot 5340 \cdot (2 \cdot 3,14 \cdot 0,02)^2 =$$

$$\approx 63180 \text{ Вт.}$$

$$I = \frac{P}{U} \Rightarrow I \approx 287 \text{ А. (в режиме холост. хода)}$$

$$v_2 = 3240$$

$$N_1 = 25272 \text{ Вт}$$

$$D_1 = \frac{N_1}{P_{\text{ос}}}$$

$$P_{\text{ос}} = 0,6 \cdot 42120 \text{ Вт}$$

$$P_{\text{гб1}} = P_{\text{ос}} - N_1 = 16848 \text{ Вт}$$

$$N_2 = 1,5 N_1 = 37908 \text{ Вт}$$

$$P_{\text{гб2}} = P_{\text{ос}} - N_2 = 4212 \text{ Вт}$$

$$P_{\text{гб2}} = UI \Rightarrow I \approx 19 \text{ А}$$

$$\text{Ответ: } P_{\text{гб1}} = 16848 \text{ Вт}$$

$$I = 19 \text{ А.}$$

№4

Напряжённость электрического поля в точке у поверхности земли на расстоянии D от тучи создаваемая облаком:

$$E_1 = \frac{kq}{r^2} = \frac{kq}{H^2 + D^2} \Rightarrow H^2 = \frac{kq}{E_1} - D^2$$

$$H = \sqrt{\frac{kq}{E_1} - D^2}$$

$$H = \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9 \cdot 30}{2000} - D^2} = \sqrt{135 \cdot 10^6 - D^2}$$

Ответ: $H = \sqrt{135 \cdot 10^6 - D^2}$

