



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 3

Место проведения Москва  
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

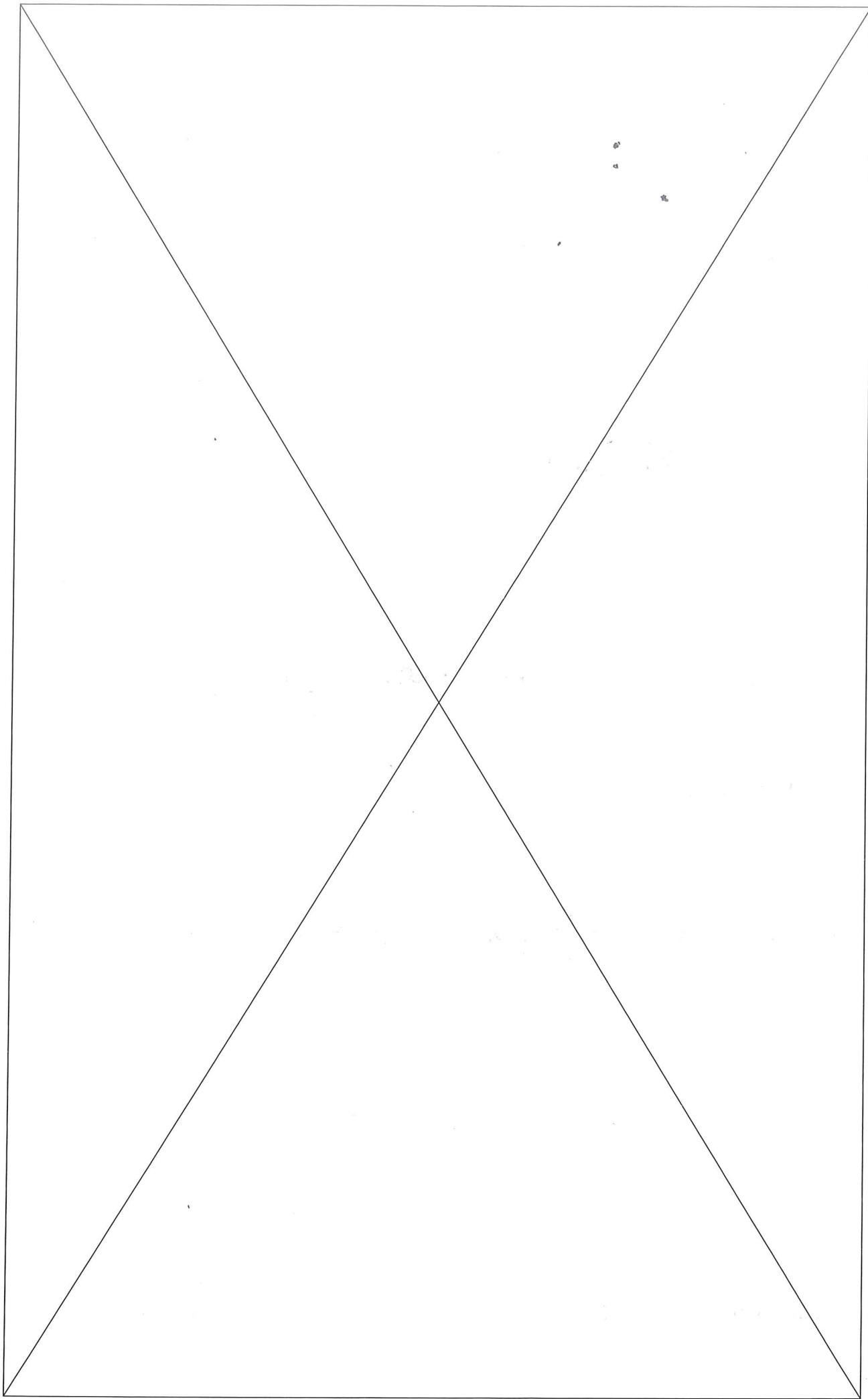
Олимпиада школьников роботостроения по  
наименование олимпиады

по физике  
профиль олимпиады

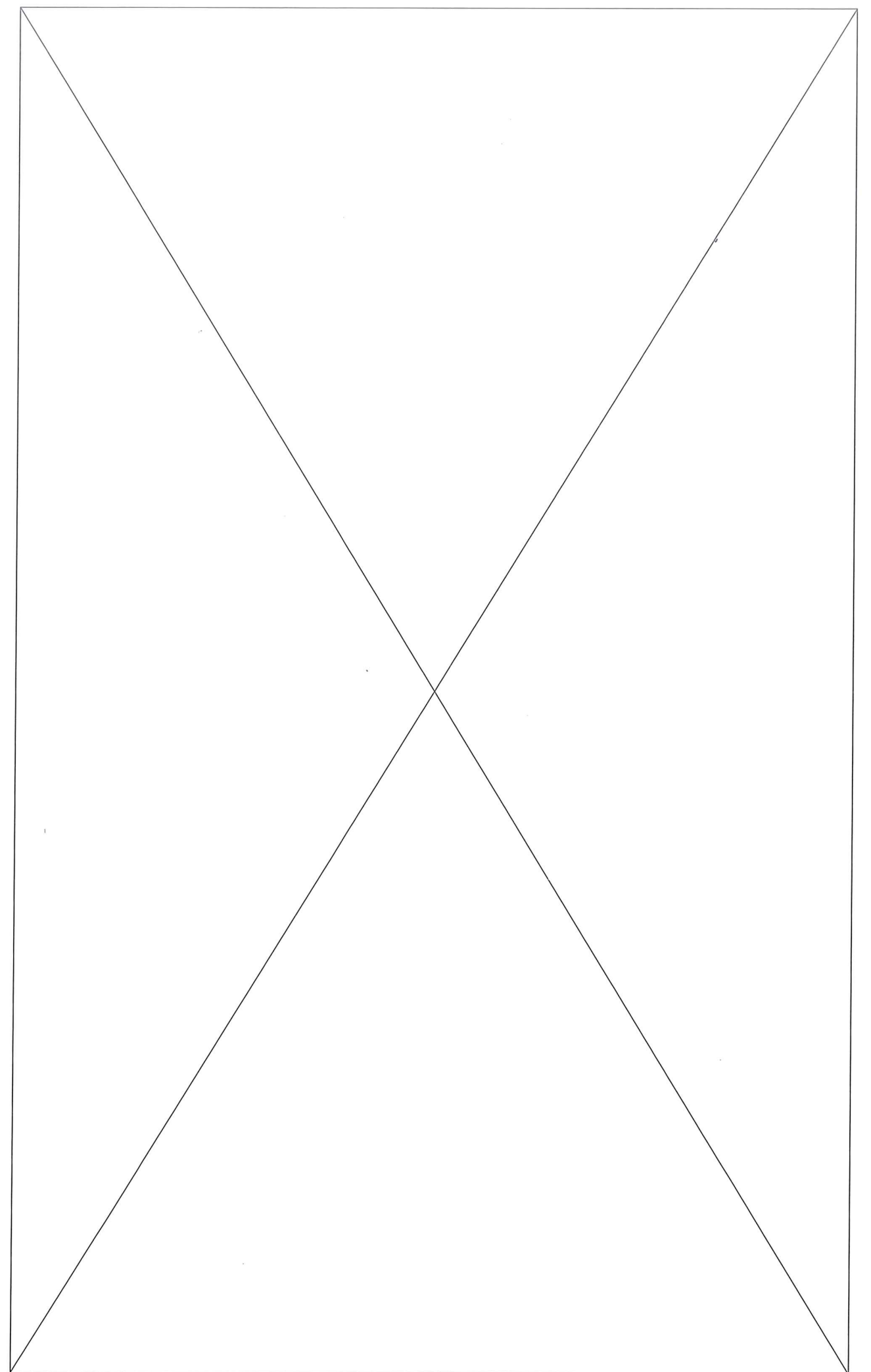
Нешцева Егора Евгеньевича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
« 4 » апреля 2026 года

Подпись участника



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



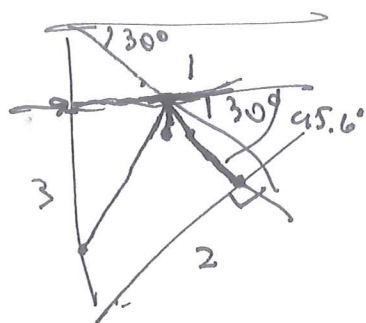
Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Криволиней

$$\sin \alpha = \frac{1}{n}$$

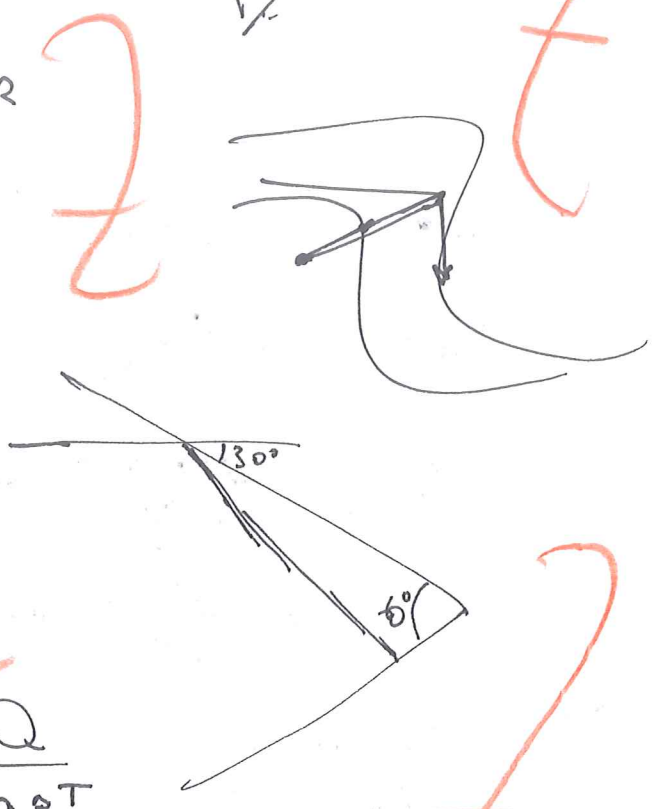
$$\alpha = \arcsin\left(\frac{1}{1,4}\right) \approx 45,6^\circ$$



$$F_{TP}^1 = \frac{ym v_m''^2}{\cos \varphi} + 0,25 m v_m''^2$$

$$F_{TP}^1 = v_m''^2 \left( \frac{ym}{\cos \varphi} + 0,25 m \right)$$

$$v_m'' = \sqrt{\frac{F_{TP}^1}{\frac{ym}{\cos \varphi} + 0,25 m}}$$



(1 loop)

$$C_{MP} = \frac{Q}{m \omega T}$$

$$Q = A + \Delta U$$

$$A = \rho a v = \sqrt{R \omega T}$$

$$\Delta U = \frac{i}{2} \sqrt{R T_2} = \frac{i}{2} \sqrt{R T_1} = \frac{i}{2} \sqrt{R \omega T}$$

$$Q = \left(\frac{i}{2} + 1\right) \sqrt{R \omega T} = \frac{i+2}{2} \sqrt{R \omega T} = \frac{i+2}{2} \frac{m}{M} \rho T$$

$$C_{MP} = \frac{(i+2) \sqrt{R \omega T}}{2 m \omega T \cdot M} = \frac{i+2R}{2M}$$

$$v = \text{const}, A = 0$$

$$Q = \frac{i}{2} \sqrt{R \omega T}$$

$$C_{MP} = \frac{i \sqrt{R \omega T}}{2 m \omega T} = \frac{i m R \omega T}{2 M m \omega T} = \frac{i R}{2M}$$

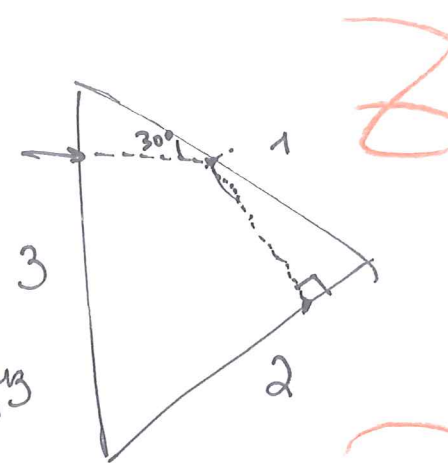
числовик

4 loop

$$\sin \alpha = \frac{1}{n}$$

Дано  
n = 1,4

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{1}{1,4}\right) \approx 45,6^\circ$$



$\alpha < \alpha_{огр}$ , тогда угол выигрывает из прыжка

$$1: 45,6^\circ < 30^\circ$$

$$2: 45,6^\circ < 90^\circ$$

$$\text{Ответ: } 2$$

Цепочки

$$R_{\text{экв}} = \frac{R_c \cdot R_A}{R_c + R_A} = \frac{\frac{40}{3} \cdot \frac{40}{5}}{\frac{40}{3} + \frac{40}{5}} = \frac{\frac{320}{3}}{\frac{320}{15}} = \frac{15}{3} = 5 \text{ Ом}$$

$$I = \frac{E}{R_{\text{экв}} + r} \quad 0,8 = \frac{20}{5 + 1 + r} \quad \text{верно}$$

$$P_c = 0,3 \cdot 4 = 1,2 \text{ Вт}$$

$$P_c = 1,2 \text{ Вт}$$

$$P_A = 0,5 \cdot 4 = 2 \text{ Вт}$$

$$P_A = 2 \text{ Вт}$$

4. Мощности вторичной и лампы будут равны, когда  $U_c = U_A$  и  $I_c = I_A$  на графике есть точка пересечения двух кривых при  $U = 5,5 \text{ В}$  и  $I = 0,55 \text{ А}$   $P_c = P_A$

$$I_{\text{ток}} = 2I = 1,1 \text{ А}$$

(I<sub>ам.п</sub>)

$$U_p + U_x + U_\epsilon = E$$

$$U_\epsilon = 1,1 \cdot 1 = 1,1 \text{ В}$$

$$U_x = 5,5 \text{ В (ч)}$$

$$U_p = E - U_x - U_\epsilon = 20 - 5,5 - 1,1 = 13,4 \text{ В}$$

$$R = \frac{U_p}{I_{\text{ток}}} = \frac{13,4}{1,1} \approx 12 \text{ Ом}$$

$$R = 12 \text{ Ом}$$

Ответ:

$$E = 20 \text{ В}$$

$$r = 10 \text{ Ом}$$

$$P_c = 1,2 \text{ Вт}$$

$$P_A = 2 \text{ Вт}$$

$$R = 12 \text{ Ом}$$

77-90-19-14  
(150.2)

Цепочки

$$\sin \alpha = \frac{\Delta P}{\Delta P_{AV}}$$

$$\text{при } \frac{x V_0}{V_0} = 2,25 \quad \eta_1 = 12,5\%$$

$$\text{при } \frac{x V_0}{V_0} = 6 \quad \eta_2 = 20\%$$

$$\alpha - ? \quad \eta_3 \quad \text{при } x_3 = 2$$

$$\eta_4 \quad \text{при } x_4 = 8$$

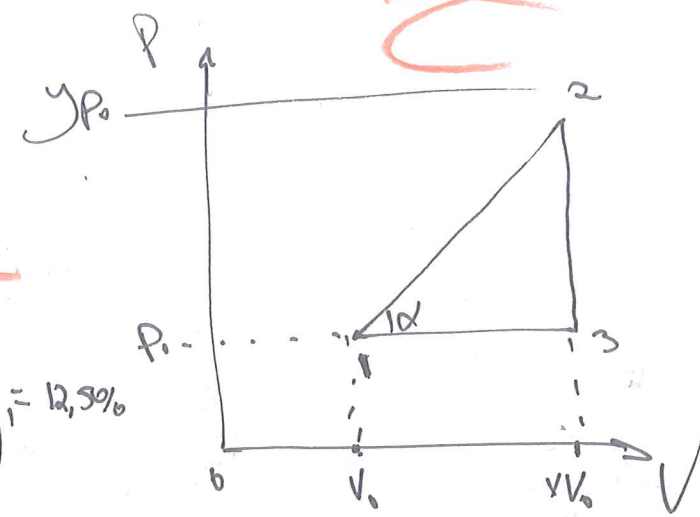
$$A = \frac{\Delta P_{AV}}{2} = \frac{P(x-1)(x-1)}{2}$$

$$\Delta U = \frac{i}{2} \sqrt{R_{\text{экв}}} - \frac{i}{2} \sqrt{RT} = \frac{i}{2} p_0 V_0 (gx-1)$$

$$1-2 \quad Q = A + \Delta U = \dots \quad 2-3 \quad A' = 0$$

$$\eta = \frac{A'}{Q}$$

$$3-1 \quad \Delta U = 0$$



$P_c = 4,2 \text{ Вт}$

$P_A = 4,8 \text{ Вт}$

Условие

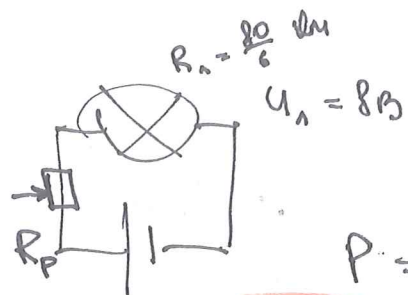
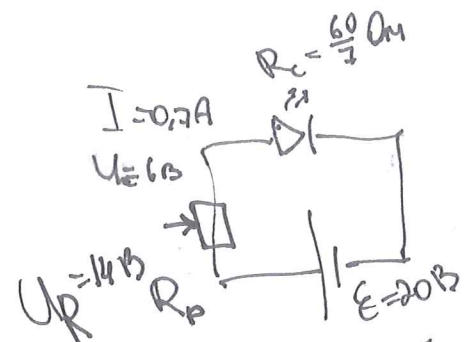
$P_c = U_c I_c = 6 \cdot 0,7 = 4,2 \text{ Вт}$

$R_c = \frac{6}{0,7}$

2

$P_A = U_A I_A = 8 \cdot 0,6 = 4,8 \text{ Вт}$

$R_A = \frac{8}{0,6}$



$P = UI = \frac{U^2}{R} = I^2 R$

$\mathcal{E} = U_R + U_c$

~~$\mathcal{E} = \frac{0,7}{R_p + R_c + r} = \frac{0,6}{R_p + R_A + r}$~~

~~$0,6(R_p + \frac{60}{7} + r) = 0,7(R_p + \frac{80}{6} + r)$~~

~~$0,6R_p + \frac{6 \cdot 60}{7} + 0,6r = 0,7R_p + \frac{7 \cdot 80}{6} + 0,7r$~~

~~$0,1R_p + 0,1r + \frac{36}{6} - \frac{36}{7} = 0$~~

~~$R_p + r + \frac{10(392 - 216)}{42} = 0$~~

~~$R_p + r = \frac{1760}{42}$~~

~~$R_p + r = 42 \text{ Ом}$~~

$r = 20,9 \text{ Ом}$

$\mathcal{E} = \frac{0,7}{20 + 20,9 + \frac{60}{7}} =$

$U_{R_1} + U_c = U_{R_2} + U_A$

$I_c R_p + 6 = I_A R_p + 8$

$0,7 R_p + 6 = 0,6 R_p + 8$

$R_p = 20 \text{ Ом}$

$r = 0 \text{ Ом}$

$0,1 R_p + 0,1 r = 2$

$R_p + r = 20 = I_A (R_p + r) + 8$

3 вопр

Условие

Дано

$P_c = 4,2 \text{ Вт}$

$P_A = 4,8 \text{ Вт}$

$U_c = ?$

$U_A = ?$

2 2

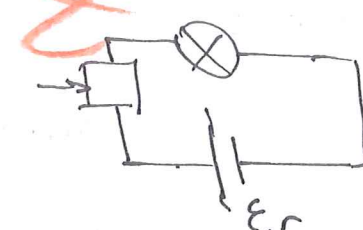
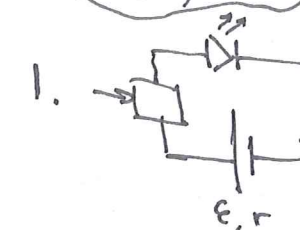
Смотря на график ВАХ можно подобрать значение на кривой, так чтобы выполнялось условие равенства  $P = UI$

где светодиода  $U_c = 6 \text{ В} \Rightarrow P = UI$   
 $I_c = 0,7 \text{ А}$

где лампы  $U_A = 8 \text{ В}$   
 $I_A = 0,6 \text{ А}$

Ответ:  $U_c = 6 \text{ В}$   
 $U_A = 8 \text{ В}$

3 задачи



$R_c = \frac{6}{0,7} = \frac{60}{7}$   
 $R_A = \frac{8}{0,6} = \frac{80}{6}$

Дано:  
 $R = 19 \text{ Ом}$

$U_p - U$  на резисторе  
 $U_c - U$  на светодиоде  
 $U_A - U$  на лампе

$U_p + U_c + U_e = U_{R_2} + U_A + U_e$

$U = IR$

- $\mathcal{E} = ?$
- $r = ?$  при  $R = 19 \text{ Ом}$
- $P_c = ?$
- $P_A = ?$
- $R = ?$

$I_c r + I_c R + 6 = I_A R + 8 + I_A r$

$0,7r + 0,7R - 0,6R = 8 - 6$

$r + R = 20 \text{ Ом}$

$\mathcal{E} = I_c (r + R)$

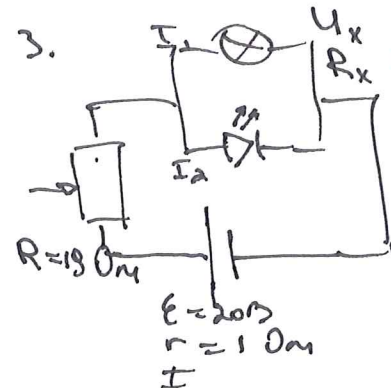
$R_{\text{экв}} = R + R_c$

$\mathcal{E} = 0,7(20 + \frac{60}{7}) = 20 \text{ В}$

$\mathcal{E} = 20 \text{ В}$

$r = \frac{\mathcal{E}}{I_c} - R_{\text{экв}} = \frac{20}{0,7} - 19 - \frac{60}{7} = 1 \text{ Ом}$

$r = 1 \text{ Ом}$



$R_x = \frac{R_c R_A}{R_c + R_A}$   $I_1 + I_2 = I$

Предположим, что  $U_x = 4 \text{ В}$ , тогда

$I_1 = I_c = 0,3 \text{ А}$

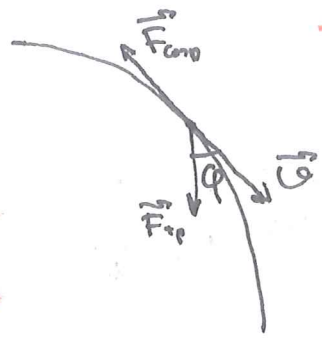
$I_2 = I_A = 0,5 \text{ А}$

$I = I_c + I_A = 0,3 + 0,5 = 0,8 \text{ А}$

Если выполняются равенства  $I = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{экв}}}$ , то искомого  $U$  найдено

Истовен

2 вопр



Дано:  
 $m; R$   
 $F_{\text{цп}} = -\gamma m \cdot \vec{v}$   
 $\gamma = \text{const}$

$\varphi = ?$

$$\begin{cases} F_{\text{тр}} \cdot \cos \varphi = |F_{\text{цп}}| = \gamma m v^2 + \\ F_{\text{тр}} \cdot \sin \varphi = m \frac{v^2}{R} + \end{cases}$$

$$\frac{F_{\text{тр}} \cdot \cos \varphi}{F_{\text{тр}} \cdot \sin \varphi} = \frac{\gamma m v^2 +}{\frac{m v^2}{R}}$$

$\Rightarrow \text{arctg } \varphi = \gamma R$   
 $\varphi = \text{arctg}(\gamma R)$   
 Ответ:  $\varphi = \text{arctg}(\gamma R)$  ⑥

2 задача

$$\varphi = \text{arctg}(\gamma R) = \text{arctg}\left(\frac{1}{R} \cdot R\right) = \text{arctg}(1) = 45^\circ$$

$$F_{\text{тр}} \cdot \cos \varphi = \gamma m v^2$$

$$F_{\text{тр}} = \frac{\gamma m v^2}{\cos \varphi} = \frac{94^2 m}{300 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}} = 41,65 m$$

$$F_{\text{тр}} = \frac{\gamma m v_m'^2}{\cos \varphi} \Rightarrow v_m' = \sqrt{\frac{41,65 m \cdot 100 \cdot \sqrt{2}}{2m}} = 54,3 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 54 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$$

$$F_{\text{тр}}' \cdot \cos \varphi = |F_{\text{цп}}| + F_{\text{тр}} \sin \varphi$$

$$F_{\text{тр}}' = \frac{\gamma m v_m'^2}{\cos \varphi} + 0,25 m v_m'^2$$

$$F_{\text{тр}}' = \frac{0,01 \cdot m \cdot 2945 + 0,25 m \cdot 2945}{0,707} \approx 778 m$$

$$v_m'' = \sqrt{\frac{778 m}{0,707 \cdot 100 + 0,25 m}} = \sqrt{\frac{778}{0,2641}} \approx 54,3 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 54 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$$

Ответ:  $v_m' = 54 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$  ①

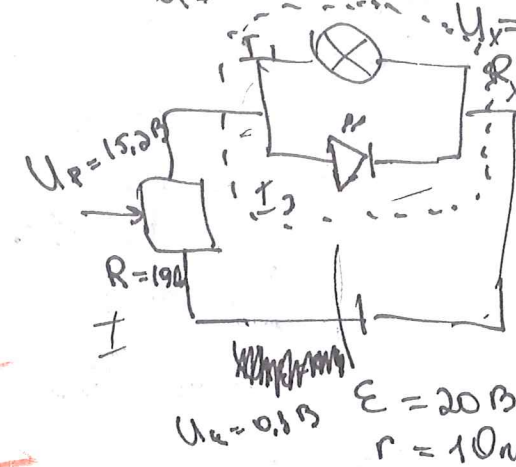
Истовен

$U_x = 15 \text{ В}$   
 $I_c = 0,3 \text{ А}$   
 $I_1 = 0,5 \text{ А}$

$$I = \frac{E}{R+r}$$

$$r = \frac{E}{I} - R = 10 \text{ Ом} \quad I = 0,8 \text{ А}$$

$$r' = \frac{20}{0,7} - 19 = 8,57 = 10 \text{ Ом}$$



$U_R =$

$I_1 + I_2 = I$   
 $U_D + U_V = E = 20$   
 $E = I(R + R_x + r)$

~~$I(R_x + 20) = 20$~~   
 ~~$I(R_x + 20) = 20$~~

$U_x = I R_x$   
 $U_D = I R$

$I_1 = \frac{U_x}{R_c}$   
 $I_2 = \frac{U_x}{R_1}$

$R_x = \frac{R_c R_1}{R_c + R_1}$   
 $I = U_x \left( \frac{1}{R_c} + \frac{1}{R_1} \right)$

$\frac{U_x}{R_x} = \frac{U_D}{R}$

$U_x = \frac{20 R_x}{R_x + 20}$

$U_D = \frac{20 R}{R_x + 20}$

$I = \frac{20}{R_x + 20}$

$\frac{19 U_x}{R_x} = U_D$

$\frac{U_x}{R_x} (R_x + 20) = 20$

~~$U_x + \frac{20 U_x}{R_x} = 20$~~

$R_x = \frac{\frac{40}{3} \cdot \frac{40}{5}}{\frac{40}{3} + \frac{40}{5}} = \frac{\frac{320}{3}}{\frac{320}{15}} = 5 \text{ Ом}$

77-90-19-14  
(156.2)

Курновиц

$$P_c = 4 \cdot 0,3 = 1,2 \text{ мТ}$$

$$P_n = 4 \cdot 0,5 = 2 \text{ мТ}$$

$$5,5 \text{ м} \cdot 0,55 \text{ А} = 3,025 \text{ мТ}$$

$$\frac{10}{6} = 1,67$$

$$R = \frac{U}{I} = 8,57$$

$$I_1 = 0,7$$

$$I_2 = 0,6 \quad I = 1,3 \text{ А}$$

$$R = \frac{40}{3} = 13,3$$

$$E = 20$$

$$r = 1$$

$$R = 2 \text{ Ом}$$

$$R_x = 21,9$$

$$R_{\text{общ}} = 41,9$$

$$\frac{8,57 \cdot 13,3}{8,57 + 13,3} = 5,127$$

$$1,3 = \frac{20}{41,9}$$

Курновиц

1 вопрос

$$C_{\text{нр}} = \frac{Q}{m \Delta T} \quad Q = A' + \Delta U$$

$$A' = p \Delta V = \int R \Delta T$$

$$\Delta U = \frac{i}{2} \int R T_2 - \frac{i}{2} \int R T_1 = \frac{i}{2} \int R \Delta T$$

$$Q = \left(\frac{i}{2} + 1\right) \int R \Delta T = \frac{i+2}{2} \int R \Delta T = \frac{i+2}{2} \frac{3}{M} R \Delta T$$

$$C_{\text{нр}} = \frac{(i+2) \cdot m \cdot R \cdot \Delta T}{2 \cdot m \cdot \Delta T \cdot M} = \frac{(i+2) \cdot R}{2M}$$

$$V = \text{const} \quad A' = 0 \quad Q = \Delta U = \frac{i}{2} \int R \Delta T$$

$$C_{\text{нр}} = \frac{i \int R \Delta T}{2 m \Delta T} = \frac{i \cdot m \cdot R \Delta T}{2 M m \Delta T} = \frac{iR}{2M}$$

1 задача

Дано:

$$x_1 = 2,25$$

$$x_2 = 6$$

$$\eta_1 = 12,5\%$$

$$\eta_2 = 20\%$$

$\alpha = ?$

$$\eta_3 = ? \text{ при } x_3 = 2$$

$$\eta_4 = ? \text{ при } x_4 = 8$$

$$\sin \alpha = \frac{\Delta P}{\Delta P \Delta V}$$

$$\eta = \frac{A'}{Q}$$

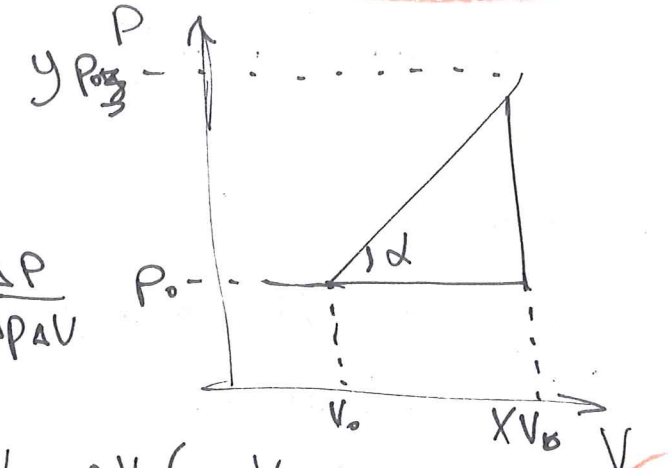
$$A' = \frac{\Delta P \Delta V}{2} = \frac{p_0 V_0 (y-1)(x-1)}{2}$$

$$\Delta U = \frac{i}{2} \int R T_2 - \frac{i}{2} \int R T_1 = \frac{i}{2} p_0 V_0 (yx-1)$$

$$\eta = \frac{2 p_0 V_0 (y-1)(x-1)}{i p_0 V_0 (yx-1)}$$

$$0,125 = \frac{(y-1)(2,25-1)}{i(y \cdot 2,25-1)} \Rightarrow 0,125 = \frac{1,25y-1,25}{-i+2,25yi}$$

$$\frac{2,25yi}{1,25y-1,25} = 8$$



$$Q = A' + \Delta U$$