



Выход 15:52 - 15:57 Цуэфф
+1 шест Цуэфф

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 3

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Роботест“
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

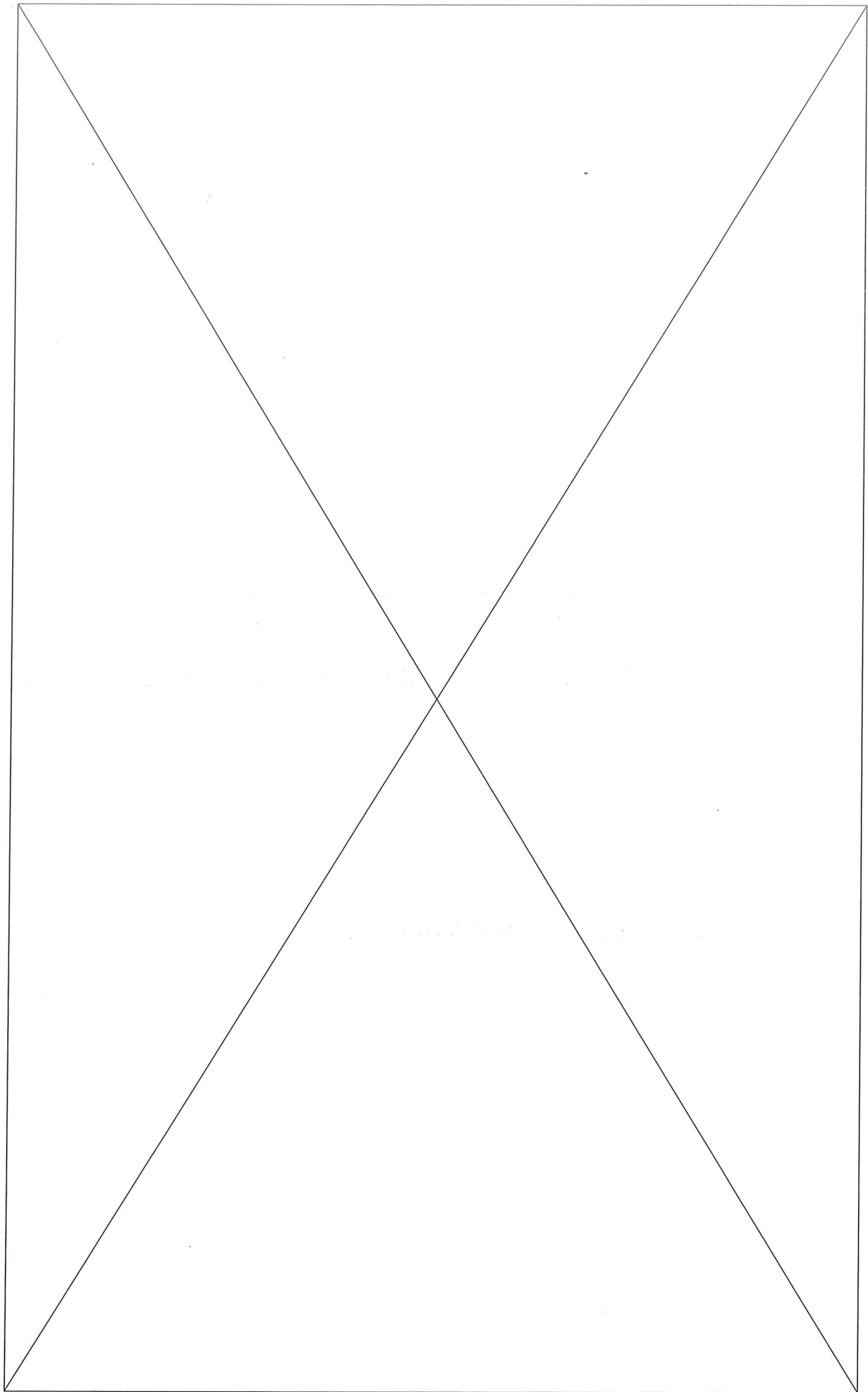
Тимокин Олег Романович
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

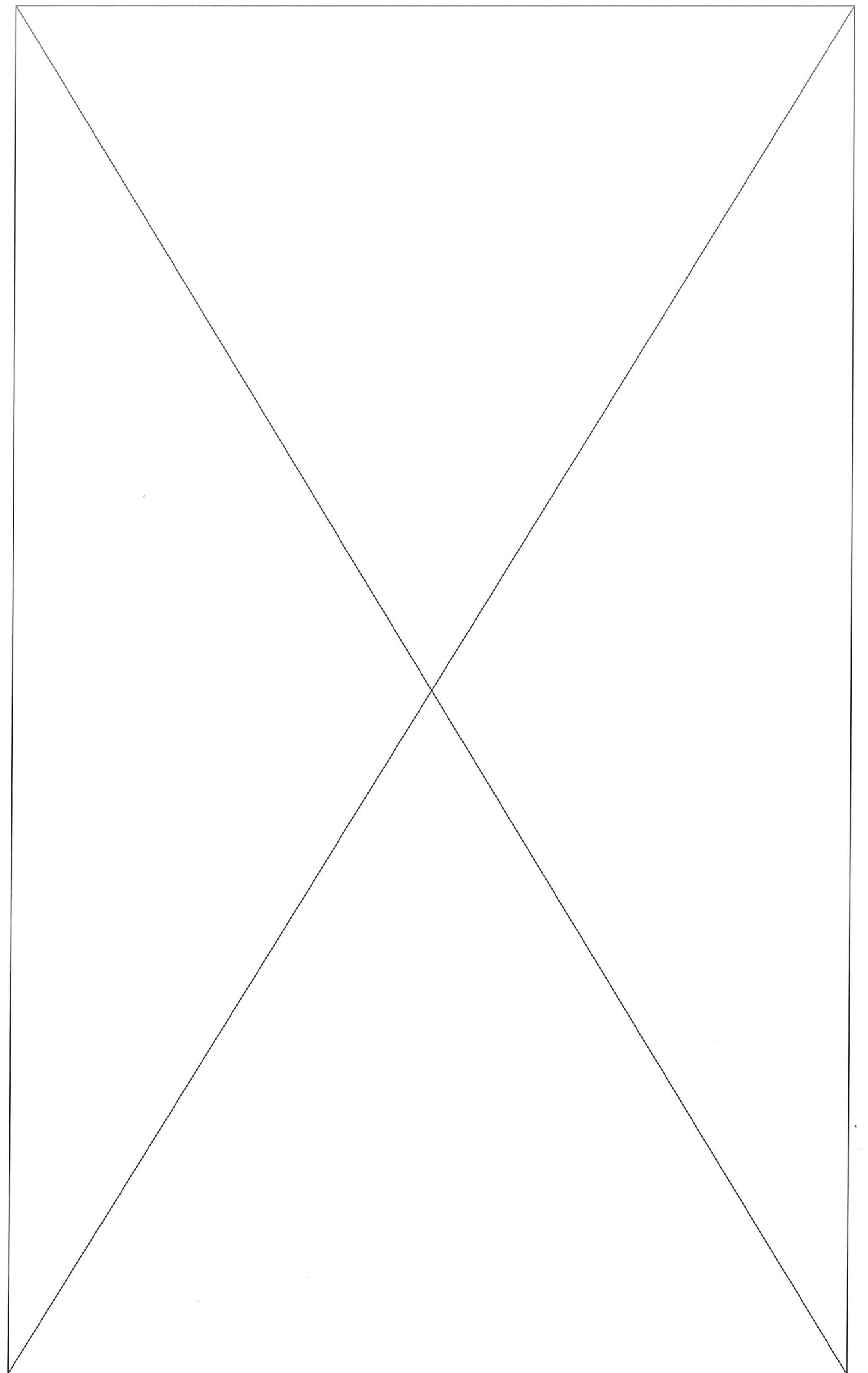
«04» апреля 2026 года

Подпись участника

Тмф-



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

$$F_{12} = \frac{2m^2 v^4}{R^2} \quad F_1 = \mu mg (1 + 0,25 \frac{v_1}{v_m})^2 \quad \text{циркован}$$

$$\mu^2 m^2 g^2 (1 + 0,25 \frac{v_1}{v_m})^2 = \frac{2m^2 v^4}{R^2}$$

$$\mu^2 = \frac{2v^4}{R^2 g^2 (1 + 0,25 \frac{v_1}{v_m})^2}$$

т.н. μ не меняется, то $\mu_1 = \mu_2$

$$\mu_1^2 = \frac{2v_1^4}{R_1^2 g^2 (1 + 0,25 \frac{v_1}{v_m})^2}$$

т.н. во 2-ом случае нет амплитуды, то:

$$F_1 = \mu N = \mu mg$$

$$F_{12} = \mu^2 m^2 g^2 = \frac{2m^2 v^4}{R^2}$$

$$\mu^2 = \frac{2v^4}{R^2 g^2}$$

$$\mu_2^2 = \frac{2v_2^4}{R_2^2 g^2}$$

$$\mu_1 = \mu_2$$

$$v_1^4$$

$$\frac{v_1^4}{R_1^2 g^2 (1 + 0,25 \frac{v_1}{v_m})^2} = \frac{v_2^4}{R_2^2 g^2}$$

извлечём корень из числ. и части:

$$R_2 = R_1$$

$$\frac{v_1^2}{R_1 (1 + 0,25 \frac{v_1}{v_m})} = \frac{v_2^2}{R_2}$$

$$\frac{v_1^2}{R_1 (1 + 0,25 \frac{v_1}{v_m})} = \frac{v_2^2}{R_2}$$

v_1 надо найти

$$R_1 = 100 \text{ м}$$

$$v = v_m = 94 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \approx 26 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$R_2 = 300 \text{ м}$$

3

67-33-16-58
(150.1)

Чертовский

1 ↓

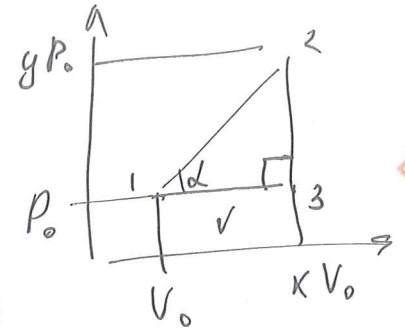
2. ↓

$x_2 = 6$

$\eta_2 = 20\%$

$x_1 = 2,25$

$\eta_1 = 135\%$



$$\epsilon_{gd} = \frac{\Delta P}{xV_0 - V_0}$$

$\eta_1 = ?$ $x_3 = 2$ $\eta_4 = 8$

$\eta_2 = ?$ $x = 1$

$$\Delta P = V_0 (x-1) \epsilon_{gd}$$

$$P_0 (y-1) = V_0 (x-1) \epsilon_{gd}$$

$$A = \frac{V_0 (x-1) \cdot V_0 (x-1) \epsilon_{gd}}{2}$$

$$A = \frac{\Delta V \cdot \Delta P}{2}$$

$$a_n = a_u + A = \frac{3}{2} (P_0 y \cdot xV_0 - P_0 V_0) + \frac{P_0 + P_0 y V_0 (x-1)}{2}$$

$$= \frac{3}{2} P_0 V_0 (yx-1) + \frac{P_0 V_0 (y+1)(x-1)}{2} =$$

$$= 2 P_0 V_0 ((yx-1) + (y+1)(x-1))$$

$$A = \frac{P_0 (y-1) V_0 (x-1)}{2}$$

$$\eta = \frac{P_0 V_0 (y-1)(x-1)}{2 \cdot 2 P_0 V_0 ((yx-1) + (y+1)(x-1))} =$$

$$= \frac{(y-1)(x-1)}{4(xy-1+xy+y+x-1)} =$$

$$= \frac{(y-1)(x-1)}{4(2xy-y+x-2)}$$

$$2xy - y + x - 2 = 2xy - y + x - 2$$

Оценка тара тура 35
Штоговая сунка (49)
(Семогосет гва)

Черновик

$$\eta = \frac{(y-1)(x-1)}{4(yx-1+(y+1)(x-1))}$$

$$0,125 = \frac{(y-1)(2,25-1)}{4(2,25y-1+(y+1)(2,25-1))}$$

$$0,125 = \frac{1,25y - 1,25}{8y - 4 + 5(y+1)}$$

$$0,125 = \frac{1,25y - 1,25}{9y - 4 + 5y + 5}$$

$$0,125 = \frac{1,25y - 1,25}{14y + 1}$$

$$1,75y + 0,125 = 1,25y - 1,25$$

$$0,5y = 1,375$$

$$y = 2,75$$

1,75

1,25

1,4

$$0,2 = \frac{(y-1)(6-1)}{4(6y-1+(y+1)(6-1))}$$

$$0,8(6y-1+5y+5) = 5(y-1)$$

$$3,2 + 8,8y = 5y - 5$$

$$3,8y = 8,2$$

$$y = 2,16$$

$$m \sqrt{R} \quad F_c = -r m v \cdot \vec{v}$$

$$R \sqrt{m} \cdot g \mu$$

$$\mu = 0,3$$

$$r = \frac{1}{R}$$

$$R' = 1000$$

Итого

$$\begin{cases} F^2 \cos^2 L = r^2 m^2 v^4 & (1) \\ F^2 \sin^2 L = \frac{m^2 v^4}{R^2} & (2) \end{cases} \quad (1)+(2)$$

$$F^2 (\sin^2 L + \cos^2 L) = r^2 m^2 v^4 + \frac{m^2 v^4}{R^2}$$

$$F^2 = \frac{r^2 m^2 v^4 + \frac{m^2 v^4}{R^2}}{1} = \frac{m^2 v^4 (r^2 + \frac{1}{R^2})}{1} = \frac{2 m^2 v^4}{R^2}$$

Теперь рассмотрим F_1 для каждого случая:
 $F_1^2 = \frac{2 m^2 v^4}{R_1^2}$

$$R_2^2 = \frac{2 m^2 v^4}{R_2^2}$$

И.к. покрываем не меняем, то F_1 в каждом случае одинакова:

$$F_1^2 = F_2^2$$

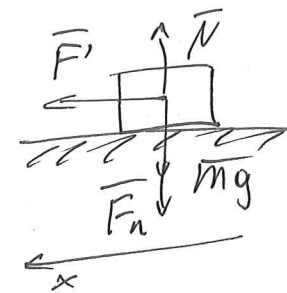
$$\frac{r^2 m^2 v^4}{R_2^2} = \frac{r^2 m^2 v^4}{R_1^2}$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{v_1^4 \cdot R_2^2}{R_1^2}} = \sqrt{\frac{(3,6)^4 \cdot 100^2}{300^2}} \approx 15 \frac{m}{c}$$

$$\approx 15 \frac{m}{c}$$

Случай с антикристал: Найдем силу трения:

Вид сверху:



По II 3. Ньютона,
 $0y: N = mg + F_n = mg + 0,25 mg \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{m}}$
 $= mg (1 + 0,25 \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{m}})$

$$F' = \mu N = \mu mg (1 + 0,25 \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{m}})$$

Найдём КПД:

Чистовик

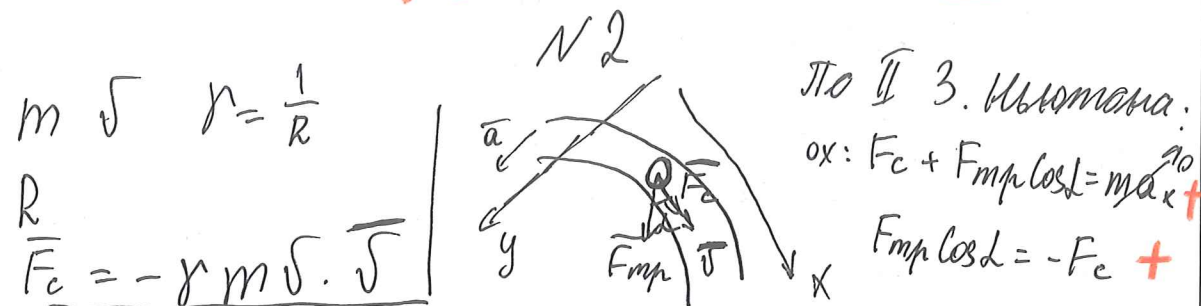
$$\eta_3 = \frac{(2-1)(3,5-1)}{3(2 \cdot 3,5-1) + (3,5+1)(2-1)} =$$

$$\approx 0,16 \approx 16\%$$

$$\eta_u = \frac{(8-1)(18,5-1)}{3(8 \cdot 18,5-1) + (18,5+1)(8-1)} \approx 0,21 \approx 21\%$$

$$\tan \alpha = \frac{(y_4 - 0)P_0}{(x_u - 1)V_0} = 2,5 \left(\frac{P_0}{V_0} \right)$$

Ответ: $\arctan(2,5 \frac{P_0}{V_0})$; 16%; 21%



По II 3. Ньютона:

$$Ox: F_c + F_{mp} \cos \alpha = m a_x$$

$$F_{mp} \cos \alpha = -F_c +$$

$$Oy: F_{mp} \sin \alpha = m a$$

$$\begin{cases} F_{mp} \cos \alpha = \gamma m v^2 / R \\ F_{mp} \sin \alpha = m v^2 / R \end{cases} \Rightarrow a = \frac{v^2}{R}$$

$$\tan \alpha = \frac{\gamma m v^2 / R}{m v^2 / R} = \frac{R \gamma}{R \cdot 1 \cdot m} = \frac{\gamma}{m}$$

Ответ на вопрос: $\alpha = \arctan(\frac{\gamma}{m})$

$$R = 300 \text{ м}$$

$$v_m = \frac{94}{3,6} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$R_2 = R' = 100 \text{ м}$$

Для удобства обозначения обозначу F' как силу трения колёс. Аналогично с вопросом расширим силу трения:

$$\begin{cases} F' \cos \alpha = \gamma m v^2 \\ F' \sin \alpha = \frac{m v^2}{R} \end{cases}$$

возведём обе части в квадрат

в вопросе нет услов. $\gamma = R$

67-33-16-58 (150.1)

Чертовик



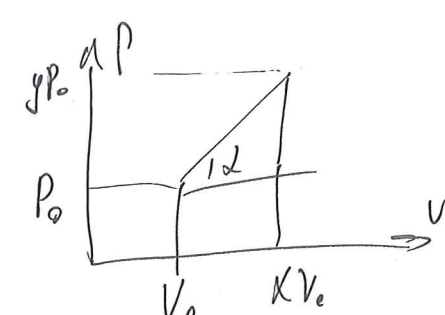
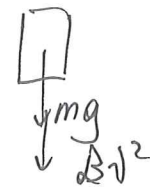
$$F_c = F' \cos \alpha$$

$$m a = F' \sin \alpha$$

$$\frac{m a}{F_c} = \tan \alpha$$

$$\frac{m v^2 / R}{R \gamma m v^2} = \tan \alpha = 1$$

$$\frac{v^2}{\gamma R} = 0,25 m g +$$



$$\eta = \frac{A}{Q_k} \quad \tan \alpha = \frac{y-1}{x-1}$$

$$\tan \alpha x - \tan \alpha = 1 - y$$

$$Q_k = \frac{3}{2} (P_0 V_0 x y - P_0 V_0) + \frac{P_0 (1+y)}{2} V_0 (x-1) = 2 P_0 V_0 (x y - 1) + (1+y)(x-1)$$

$$A = \frac{V_0 P_0 (x-1)(y-1)}{2}$$

$$\eta = \frac{V_0 P_0 (x-1)(y-1)}{2 P_0 V_0 (x y - 1 + x - 1 + x y - y)}$$

$$\eta = \frac{(x-1)(y-1)}{x y - 1 + x - 1 + x y - y}$$

$$x y - 1 + 0,5 x - 0,5 y = (x-1)(y-1)$$

$$x y - 1 + 0,5 x - 0,5 y = x y - x - y + 1$$

$$-1 + 0,5 x - 0,5 x \tan \alpha + 0,5 \tan \alpha = 0,5 = -x -$$

Черновик (1) $y = x \text{tg} \alpha - \text{tg} \alpha + 1$

$x + y + 0,5x - 0,5y - 2 = 0$

$x + x \text{tg} \alpha - \text{tg} \alpha + 1 + 0,5x - 0,5x \text{tg} \alpha + 0,5 \text{tg} \alpha$

$Q = \frac{A}{Q_n} \quad A = \frac{P_0 V_0 (x-1)(y-1)}{2}$

$Q_n = \frac{1}{2} (P_0 V_0 (xy-1) + (y+1)(x-1))$
 $= \frac{1}{2} P_0 V_0 (xy-1) + \frac{P_0 V_0 (y+1)(x-1)}{2}$

$= \frac{P_0 V_0 (xy-1) + (y+1)(x-1)}{2}$ $\text{tg} \alpha = \frac{P_0 (y-1)}{V_0 (x-1)}$
 $\text{tg} \alpha = \frac{P_0 (y_2-1)}{V_0 (x_2-1)}$

$Q = \frac{P_0 V_0 (x-1)(y-1)}{2 P_0 V_0 (xy-1) + (y+1)(x-1)}$ $\frac{y_2-1}{x_2-1} = \frac{y_1-1}{x_1-1}$

$Q = \frac{xy - x - y + 1}{xy - 1 + (y+1)(x-1)}$ $\frac{y_2-1}{6-1} = \frac{y_1-1}{2,25-1}$

$i Q (xy-1) + Q (y+1)(x-1) = xy - x - y + 1$
 $i = \frac{xy - x - y + 1 - Q (y+1)(x-1)}{Q (xy-1)}$ $1,25 y_2 - 1,25 = 5 y_1 - 5$
 $y_2 = \frac{5 y_1 - 3,75}{1,25}$

$7,75 y_1 - 2,25 - y_1 + 1 - 0,125 (y_1+1)(2,25-1) = 4 y_1 - 3$

~~$18 y_1 - 18 = 4 y_1$~~

$\frac{y_2-1}{x_2-1} = \frac{y_1-1}{x_1-1}$

$y_2 = \frac{5 y_1 - 3,75}{1,25} = 4 y_1 - 3$

$\frac{y_2-1}{5} = \frac{y_1-1}{1,25}$

$1,25 y_2 - 1,25 = 5 y_1 - 3,75$

Чистовик

$Q = \frac{A}{Q_n} = \frac{P_0 V_0 (x-1)(y-1)}{2 P_0 V_0 (xy-1) + (y+1)(x-1)}$

Далее подставляем какое-то ПД и соответствующий x, в каждом случае выражаем i, приравниваем, далее используем условие на L, выражаем tg α в каждом случае, приравниваем, подставляем x; выражаем y₂ через y₁ и подставляем в уравнение с i, далее преобразовываем уравнение отн. y₁ и в итоге получаем квадратное уравнение отн. y₁. Более подробно на черновике 1; черновик 2)

$120 y_1^2 - 615 y_1 + 495 = 0$

У этого уравнения корни:

$y_1 = 4,125$ или $y_1 = 1$ (не подходит по условию)

$y_2 = 4 y_1 - 3 = 4 \cdot 4,125 - 3 = 13,5$

Далее подставляем в моле ut-ик, где есть i, и находим i, оно равно 3

Теперь решаем вторую часть задачи, где $x_3 = 2$ и $x_n = 8$

$\text{tg} \alpha = \frac{(y-1)P_0}{(x-1)V_0}$

$\text{tg} \alpha_1 = \text{tg} \alpha_2$

$\frac{y_1-1}{x_1-1} = \frac{y_2-1}{x_3-1} \quad \frac{4,125-1}{2,25-1} = \frac{y_2-1}{2-1}$

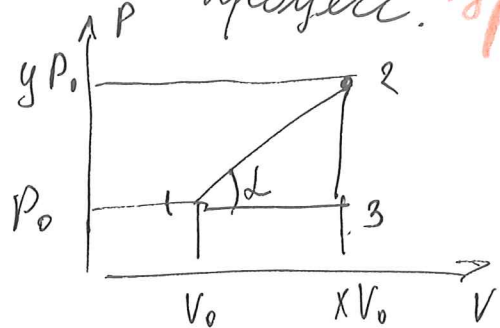
$y_3 = 3,5$; * аналогично с $y_4 = 18,5$

Чистовик

№1

2

Диаграмма процесса над идеальным газом в координатах давление - объём - прямая линия с постоянной температурой может быть только 3 вариантами: изобара, изохора, а также прямая, проходящая через начало координат, где градиентом является функция $P \sim V$, где $P = kV$, где $k = const$, т.е. это тоже политропический процесс. **Уравнение? Близкое ли?**



$$\eta = \frac{A_{\text{зв}}}{Q_{\text{н}}}$$

В данном случае $A_{\text{зв}}$ является площадью прямоугольного треугольника,

а $Q_{\text{н}}$ - процесс 1-2

Ур. состояния газа:

$$Q = \Delta u + A$$

$$p_0 V_0 = \nu R T_1$$

$$x y p_0 V_0 = \nu R T_2$$

$$\Delta u = u_2 - u_1 = \frac{i}{2} \nu R T_2 - \frac{i}{2} \nu R T_1 = \frac{i}{2} x y p_0 V_0 - \frac{i}{2} p_0 V_0$$

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

$$A = \frac{p_0 + y p_0}{2} (V_0 x - V_0) = \frac{p_0 V_0 (y + 1)(x - 1)}{2}$$

$$Q_{\text{н}} = Q_{\text{н}} = \frac{i}{2} p_0 V_0 (x y - 1) + \frac{p_0 V_0 (y + 1)(x - 1)}{2} =$$

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

$$\eta = \frac{A}{Q_{\text{н}}} = \frac{(x V_0 - V_0)(y p_0 - p_0)}{2} = \frac{p_0 V_0 (x - 1)(y - 1)}{2}$$

67-33-16-58
(150.1)

$$i = \frac{18 y_1 - 18 - 8 y_1 + 8 - (1,25 y_1 - 5)}{2,25 y_1 - 1} = \text{Черновик (2)}$$

$$= \frac{8,75 y_1 - 11,25}{2,25 y_1 - 1} = 3 \quad i = 3$$

$$i = \frac{6 y_2 - 6 - y_2 + 1 - 0,2 (y_2 + 1)(6 - 1)}{0,2 (6 y_2 - 1)} =$$

$$= \frac{30 y_2 - 30 - 5 y_2 + 5 - 5 (y_2 + 1)}{6 y_2 - 1} =$$

$$= \frac{20 y_2 - 30}{6 y_2 - 1} = \frac{20 (4 y_1 - 3) - 30}{6 (4 y_1 - 3) - 1} =$$

$$= \frac{80 y_1 - 60 - 30}{24 y_1 - 18 - 1} = \frac{80 y_1 - 90}{24 y_1 - 19}$$

$$\frac{8,75 y_1 - 11,25}{2,25 y_1 - 1} = \frac{80 y_1 - 90}{24 y_1 - 19}$$

$$(8,75 y_1 - 11,25)(24 y_1 - 19) = (80 y_1 - 90)(2,25 y_1 - 1)$$

$$210 y_1^2 - 166,25 y_1 - 210 y_1 + 213,75 = 180 y_1^2 - 80 y_1 - 202,5 + 90$$

$$30 y_1^2 - 153,75 y_1 + 123,75 = 0 \quad | \cdot 4$$

$$120 y_1^2 - 615 y_1 + 495 = 0$$


$$D = 615^2 - 4 \cdot 495 \cdot 120 = 140625 \quad y_1 = 4,125$$

$$y_{1,2} = \frac{615 \pm 375}{120 \cdot 2} = 4,125 \quad y_2 = 13,5$$

$$y_2 = 1 \quad 2,08$$

Черновик

$R = 300$
 $\Delta m = 34 \frac{км}{ч}$
 $r = \frac{1}{R}$
 $R' = 100 м$



$F' \cos \alpha = F_c$
 $F' \sin \alpha = \frac{m v^2}{R}$
 $F_c = \frac{m v^2}{R}$
 $F'^2 \cos^2 \alpha = F_c^2$
 $F'^2 \sin^2 \alpha = \frac{m^2 v^4}{R^2}$

$F'^2 = F_c^2 + \frac{m^2 v^4}{R^2}$

$F_c^2 + \frac{m^2 v_1^4}{R_1^2} = F_c^2 + \frac{m^2 v_2^4}{R_2^2}$
 $\frac{m^2 v_1^4}{R_1^2} + \frac{m^2 v_1^4}{R_1^2} = \frac{m^2 v_2^4}{R_2^2} + \frac{m^2 v_2^4}{R_2^2}$

$\frac{2 v_1^4}{R_1^2} = \frac{2 v_2^4}{R_2^2}$

$v_2 = \sqrt[4]{\frac{2 v_1^4 \cdot R_2^2}{R_1^2}} = \sqrt[4]{\frac{2 \cdot (34)^4 \cdot 100^2}{300^2}} = 17,9 \frac{м}{с}$

$F' \cos \alpha = F_c$

$F'^2 = F_c^2 + \frac{m^2 v^4}{R^2}$

$y = 1$
 $y = 18,3$

$P_c = 4,2 Вт$

$P_n = 4,8 Вт$

$\mathcal{E} = 20$

$u = 6$

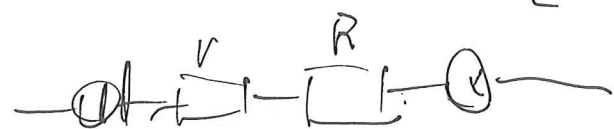
$u = 8$

$V = 1$

$I = 0,4$

$I = 0,6$

$\mathcal{E} = rI + RI + u$



$\mathcal{E} = 0,4r + 13,3 + 6$

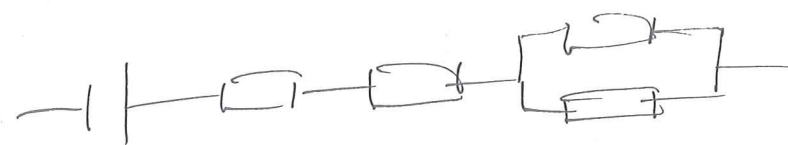
$\mathcal{E} = 0,6r + 11,4 + 8$

$\mathcal{E} = 0,4r + 19,3$

$\mathcal{E} = 0,6r + 19,4$

$0,6r + 19,4 = 0,4r + 19,3$
 $0,1 = 0,1r \quad r = 1$

Черновик



$\mathcal{E} = rI + RI + u_n$

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

$u_n = \mathcal{E} - I(r + R)$

$= 20 - I(20)$

$u_n = -20I + 20$

$I = 1 \quad u = 20$

$\mathcal{E} = I + RI + u_{н.5}$

$20 = I(R + r) + u_n$

$u_n = 20 - I(R + r)$



67-33-16-58
(150.1)

$$3 \nu_1^2 = 646 \left(1 + 0,15 \frac{\nu_1}{26} \right)$$

числовин

$$3 \nu_1^2 = 646 + 6,5 \nu_1$$

$$3 \nu_1^2 - 6,5 \nu_1 - 646 = 0 \quad | \cdot 2$$

$$6 \nu_1^2 - 13 \nu_1 - 1352 = 0$$

$$D = 13^2 + 4 \cdot 1352 \cdot 6 = 32617$$

$$\nu_{1,2} = \frac{13 \pm 180}{12}$$

$$\nu_1 = \frac{13 + 180}{12} = 16 \frac{u}{c}$$

$\nu_2 < 0$ не подх. по условию.

Ответ: $15 \frac{u}{c}$; $16 \frac{u}{c}$

N3

$$P_c = 4,2 \text{ Вт}$$

$$P_a = 4,8 \text{ Вт}$$

Через график я подобрал точки, удовлетворяющие мощностям

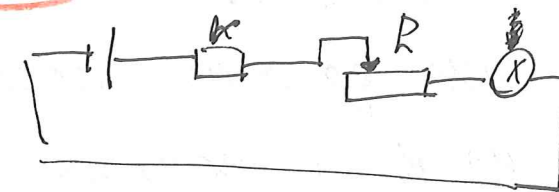
$$u_c = 6 \text{ В}$$

$$u_a = 8 \text{ В}$$

$$I_c = 0,4 \text{ А}$$

$$I_a = 0,6 \text{ А}$$

$$R = 19 \text{ Ом}$$



соединя будут аналогичные, будет меняться только веткой и лампа
Запишем правило Кирхгофа:

$$E = I r + I R + u_n$$

Далее подставим ток и найдем все-
ние, необходимые для работы лампы и
светодиода. листовый

$$\begin{cases} \mathcal{E} = 0,4 \cdot r + 0,4 \cdot 19 + 6 & (1) \\ \mathcal{E} = 0,6r + 0,6 \cdot 19 + 8 & (2) \end{cases}$$

$$(1) = (2)$$

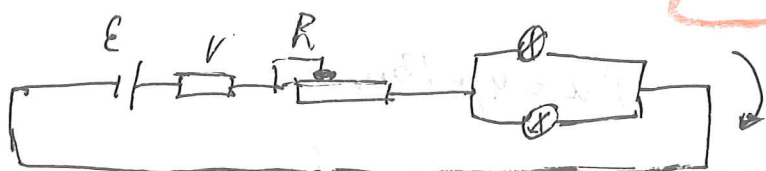
$$0,4r + 13,3 + 6 = 0,6r + 11,4 + 8$$

$$0,1r = 0,1$$

$$r = 1 \text{ Ом}$$

$$\mathcal{E} = 0,4 \cdot 1 + 0,4 \cdot 19 + 6 = 20 \text{ В.}$$

2)



Запишем правило Кирхгофа:

$$\mathcal{E} = rI + RI + u_{\text{л}}$$

$$20 = 1 \cdot I + 19I + u_{\text{л}}$$

$$u_{\text{л}} = 20 - 20I$$

Далее мы должны настроить этот
график по двум точкам:

$$I = 0 ; u = 20$$

$$I = 1 ; u = 0$$

и посмотреть точку
пересечения с графиками: у нас
получилось:

$$u_{\text{л}} = 8 \text{ В} \quad I_{\text{л}} = 0,6 \text{ А}; \quad u_{\text{с}} = 6 \text{ В} \quad I_{\text{с}} = 0,4 \text{ А}$$

Значит мощность равна: $P_{\text{с}} = 4,2 \text{ Вт}$ листовый

$$P_{\text{л}} = 4,8 \text{ Вт}$$

Теперь изменим ~~направление~~ ^{сопротивление}, чтобы
мощности были одинаковы:

$$\mathcal{E} = rI + RI + u_{\text{л}}$$

$$u_{\text{л}} = 20 - I(R+r)$$

строим проводку ~~проходящую~~ ^{проходящую} через мес-
то касания ВАХ лампы и светодиода:
и найдем значение угла наклона

$$u_{\text{л}} = 5,5 \text{ В} \quad I = 0,55 \text{ А}$$

$$u = 20 \quad I = 0?$$

$$R = \frac{\Delta I}{\Delta u} = \frac{0,55}{14,5}$$

, где находим сопро-
тивление: ? и ч.

т.е. свет падает из менее плотной
среды в более плотную:



$$\sin \alpha_{\text{кр}} = \frac{1}{n} = \frac{1}{1,4} = 0,7$$

$$\sin \alpha < 0,7$$

значит луч отразится и вый-
дет через 2-ую грань.