

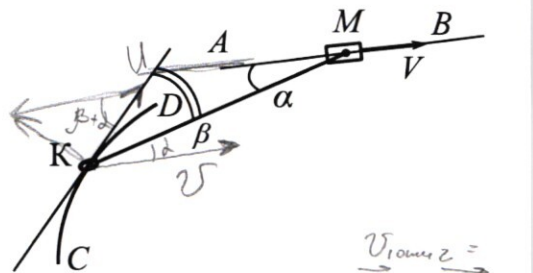
# Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

## Вариант 11-02

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

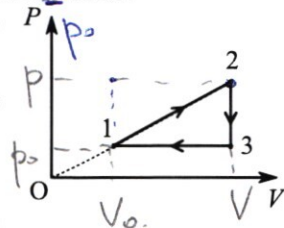
1. Муфту М двигают со скоростью  $V = 40$  см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой  $m = 1$  кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом  $R = 1,7$  м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной  $l = 17R/15$ . Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол  $\alpha$  ( $\cos \alpha = 3/5$ ) с направлением движения муфты и угол  $\beta$  ( $\cos \beta = 8/17$ ) с направлением движения кольца.



- ✓ 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- ✓ 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

2. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из изохоры, изобары и участка прямо пропорциональной зависимости давления  $P$  от объема  $V$  (см. рис.). Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ.

- ✓ 1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило понижение температуры газа.
- ✓ 2) Найти для процесса 1-2 отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
- 3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



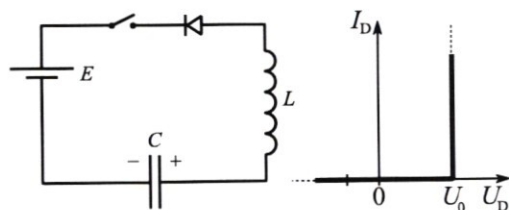
3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния  $d$  между обкладками. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью  $V_1$  и останавливается между обкладками на расстоянии  $0,2d$  от положительно заряженной обкладки. Удельный заряд частицы  $\frac{q}{m} = \gamma$ .

Всего

- 1) Найдите продолжительность  $T$  движения частицы в конденсаторе до остановки.
- 2) Найдите напряжение  $U$  на конденсаторе.
- 3) Найдите скорость  $V_0$  частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

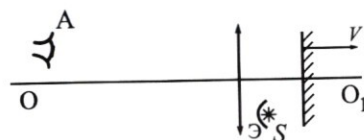
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника  $E = 3$  В, конденсатор емкостью  $C = 20$  мкФ заряжен до напряжения  $U_1 = 6$  В, индуктивность идеальной катушки  $L = 0,2$  Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода  $U_0 = 1$  В. Ключ замыкают.



- 1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
- 3) Найти установившееся напряжение  $U_2$  на конденсаторе после замыкания ключа.

5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием  $F$ , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника  $S$  может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси  $OO_1$  линзы. Источник  $S$  находится на расстоянии  $8F/15$  от оси  $OO_1$  и на расстоянии плоскости  $F/3$  от линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью  $V$  вдоль оси  $OO_1$ . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии  $F$  от линзы.

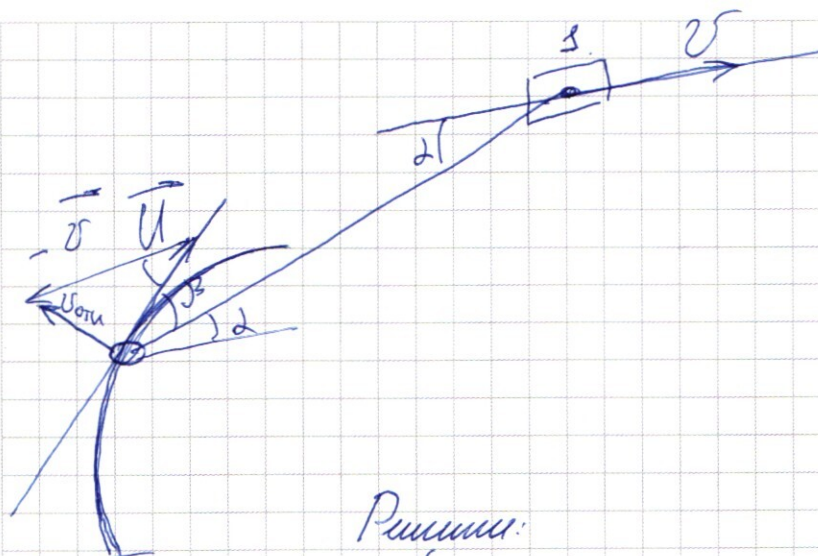


- 1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
- 2) Под каким углом  $\alpha$  к оси  $OO_1$  движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
- 3) Найти скорость изображения в этот момент.





## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Дано:

$$v = 40 \text{ см/с}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$R = 1,7 \text{ м}$$

$$l = \frac{17R}{15}$$

$$\cos \alpha = 3/5$$

$$\cos \beta = \frac{8}{17}$$

Найти:

$$1) U;$$

$$2) \text{ скорость кольца отн. поверхности}$$

$$3) T$$

Решим:

1) Пусть  $U$  - скорость кольца.

Поскольку трос натянут, то проекции скоростей кольца и поверхности на касательную к тросу равны:

$$U \cos \beta = v \cos \alpha$$

$$U = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{40 \cdot 3/5}{8/17} = \frac{40 \cdot 3 \cdot 17}{5 \cdot 8} = 51 \text{ см/с}$$

Ответ: 51 см/с

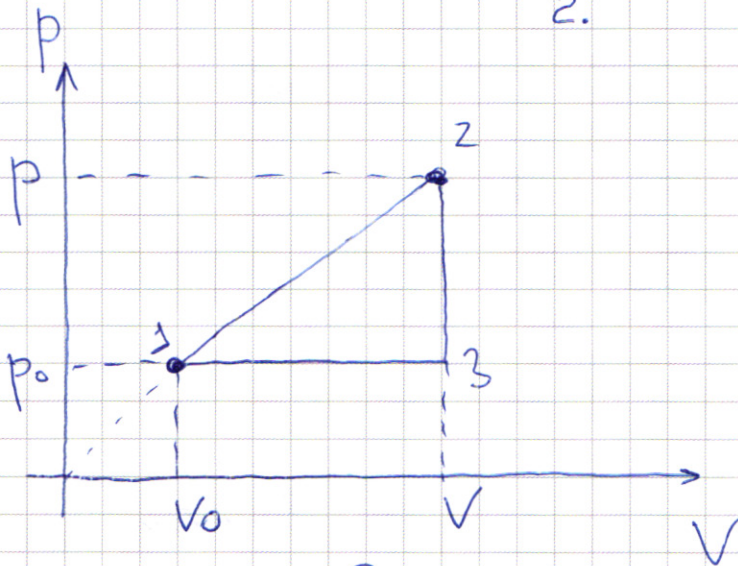
2) По теореме косинусов:

$$\begin{aligned} v_{\text{отн}} &= \sqrt{U^2 + v^2 - 2Uv \cos(\alpha + \beta)} = \\ &= \sqrt{2601 + 1600 - 4080 \cdot (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta)} = \\ &= \sqrt{4201 - 4080 \left( \frac{3 \cdot 8}{5 \cdot 17} - \sqrt{1 - \frac{9}{25}} \sqrt{1 - \frac{64}{189}} \right)} \dots \end{aligned}$$

$$\text{Ответ } U = 51 \text{ см/с}; \quad v_{\text{отн}} = \sqrt{U^2 + v^2 - 2Uv \cos(\alpha + \beta)}$$



2.



Решим:

Дано:

$i = 3$

Найти:

1)  $\frac{C_{v1}}{C_{v2}} = ?$

2)  $\frac{Q}{A}$

3)  $\eta$

В процессе 2-3  $A = 0$ , т.к.  $V = \text{const}$ :

$$Q_{23} = C_v V \Delta T_1$$

В процессе 3-1 изобарный процесс.

$$Q_{31} = C_p V \Delta T_2$$

З М-К:

$$(p - p_0) V_0 = \nu R \Delta T_1$$

$$p_0 (V - V_0) = \nu R \Delta T_2$$

П.к. на отрезке 1-2 равными криво ~~и~~ пропорционально объему.

$$\frac{p_0}{V_0} = \frac{p}{V}$$

$$\frac{p_0 V}{p} = V_0$$

$$\Rightarrow \left( p_0 V - \frac{p_0^2 V}{p} = \nu R \Delta T_1 \right.$$

$$\left. \frac{p_0 V}{p} - \frac{p_0^2 V}{p^2} = \nu R \Delta T_2 \right.$$

$$\Rightarrow \Delta T_1 = \Delta T_2$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{Q_{23}}{Q_{31}} = \frac{\frac{3}{2} \nu R \Delta T_1}{\frac{5}{2} \nu R \Delta T_2} = \frac{3}{5} \Rightarrow \frac{C_{v1}}{C_{v2}} = \frac{3}{5}.$$

2(пропорции).  
Ответ:  $\frac{3}{5}$ .

$$2) Q = \Delta U + A$$

$$A = \frac{(p_0 + p)(V - V_0)}{2}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$Q = \frac{(p_0 + p)(V - V_0)}{2} + \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) =$$

$$= \frac{3}{2} \nu R T_2 - \frac{3}{2} \nu R T_1 + \frac{(p_0 + p)(V - V_0)}{2} = \frac{3}{2} (pV - p_0 V_0) +$$

$$+ \frac{(p_0 V - p_0 V_0 + pV - pV_0)}{2} = \frac{3}{2} p_0 V_0 \left( \frac{pV}{p_0 V_0} - 1 \right) + \frac{p_0 V_0}{2} \times$$

$$\times \left( \frac{V}{V_0} - 1 + \frac{pV}{p_0 V_0} - \frac{p}{p_0} \right)$$

$$\text{III. к. } \frac{p}{V} = \frac{p_0}{V_0} \Rightarrow \frac{p}{p_0} = \frac{V}{V_0} \Rightarrow$$

$$= p_0 V_0 \left( \frac{3}{2} \left( \frac{pV}{p_0 V_0} - 1 \right) + \frac{pV}{2p_0 V_0} - \frac{1}{2} \right) = p_0 V_0 \left( \frac{3}{2} \frac{pV}{p_0 V_0} - \frac{3}{2} + \right.$$

$$\left. + \frac{pV}{2p_0 V_0} - \frac{1}{2} \right) = p_0 V_0 \left( 2 \frac{pV}{p_0 V_0} - 2 \right) = 2 p_0 V_0 \left( \frac{pV}{p_0 V_0} - 1 \right).$$



$$A = \frac{p_0 V_0}{2} \left( \frac{V}{V_0} - 1 + \frac{pV}{p_0 V_0} - \frac{p}{p_0} \right) = \frac{p_0 V_0}{2} \left( \frac{pV}{p_0 V_0} - 1 \right)$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{2 p_0 V_0 \left( \frac{pV}{p_0 V_0} - 1 \right)}{\frac{p_0 V_0}{2} \left( \frac{pV}{p_0 V_0} - 1 \right)} = 4$$

Ответ: 4

$$3) \eta = \frac{A}{Q_h} = \frac{(p-p_0)(V-V_0)}{2 p_0 V_0 \left( \frac{pV}{p_0 V_0} - 1 \right)} = \frac{(pV - pV_0 - p_0 V + p_0 V)}{4 p_0 V_0 \left( \frac{pV}{p_0 V_0} - 1 \right)}$$

$$= \frac{p_0 V_0 \left( \frac{pV}{p_0 V_0} - \frac{p}{p_0} - \frac{V}{V_0} + 1 \right)}{4 p_0 V_0 \left( \frac{pV}{p_0 V_0} - 1 \right)} = \frac{\left( \frac{p^2}{p_0^2} - \frac{2p}{p_0} + 1 \right)}{4 \left( \frac{p^2}{p_0^2} - 1 \right)}$$

$$= \frac{\left( \frac{p}{p_0} - 1 \right)^2}{4 \left( \frac{p}{p_0} + 1 \right) \left( \frac{p}{p_0} - 1 \right)} = \frac{\left( \frac{p}{p_0} - 1 \right)}{4 \left( \frac{p}{p_0} + 1 \right)} = \frac{p-p_0}{4(p+p_0)}$$

3.

Решение:

Дано:

$d; V_1; p_0; 2d$

Найти:

$T; U; V_0$

1) По условию поле однородно, то в любой точке электр. поле равное напряженности.  $E = \text{const} \Rightarrow$  сила действующая на заряд не изменяется  $F = \text{const} \Rightarrow$  ускорение тоже постоянно.

$$\Rightarrow d - l = \frac{V_1}{2} \cdot T \Rightarrow T = \frac{2(d-l)}{V_1} = \frac{1,6d}{V_1}$$

Ответ:  $\frac{1,6d}{V_1}$



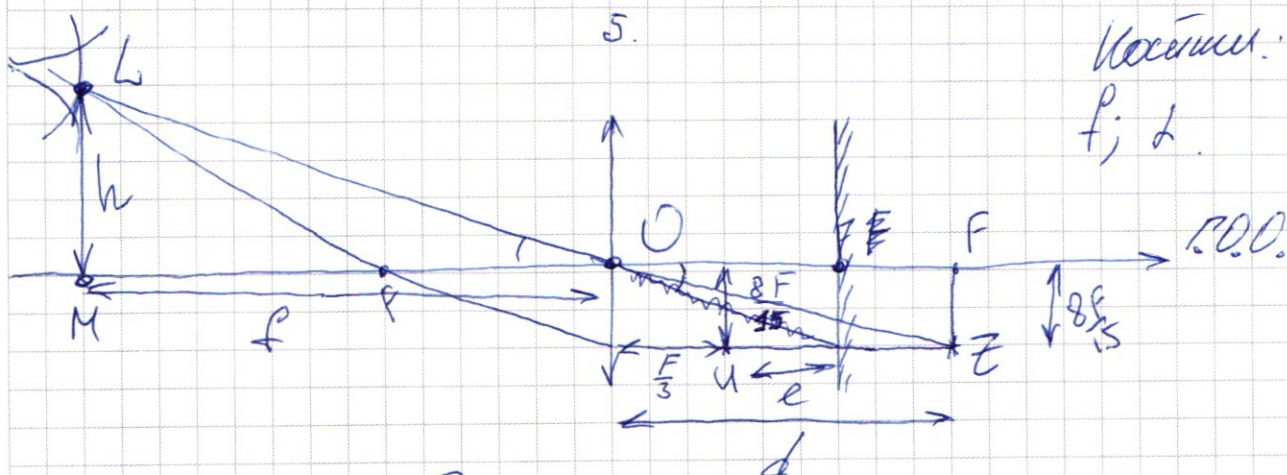
## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) П.ч. ком. однородно:  $\begin{matrix} 3(\text{продолжим}) \\ \swarrow \searrow \end{matrix}$

$$\frac{mv_1^2}{2} = q \cdot E \cdot 0,8d = q \cdot 0,8U.$$

$$U = \frac{m v_1^2}{q \cdot 1,6} = \frac{v_1^2}{1,6 \cdot 10^8}$$

Numbers:  $U = \frac{v_1^2}{1,68}$



Решим:

Расстояние от источника до зеркала  $l$

$$l = \frac{F}{3} - \frac{F}{3} = \frac{2}{3}F$$

Расстояние от мизы до отформенного источника в  
зеркале:

$$d = 2l + \frac{F}{3} = \frac{4F}{3} + \frac{F}{3} = \frac{5F}{3}$$



$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1 \cdot 3}{5F} = \frac{5-3}{5F} = \frac{2}{5F}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{2}{5F} \Rightarrow f = \frac{5F}{2}$$

$$\text{III. к. } \triangle OML \sim \triangle OFZ. (\angle FOZ = \angle LOM; \angle M = \angle F = 90^\circ)$$

$$\Rightarrow \frac{\frac{h}{\frac{8F}{15}}}{\frac{8F}{15}} = \frac{f}{d} \Rightarrow h = \frac{f \cdot \frac{8F}{15}}{d} = \frac{\frac{5F}{2} \cdot \frac{8F}{15}}{\frac{5F}{3}} =$$

$$= \frac{4F^2 \cdot 3}{35F} = \frac{4F}{5}$$

~~sin~~  $\alpha$

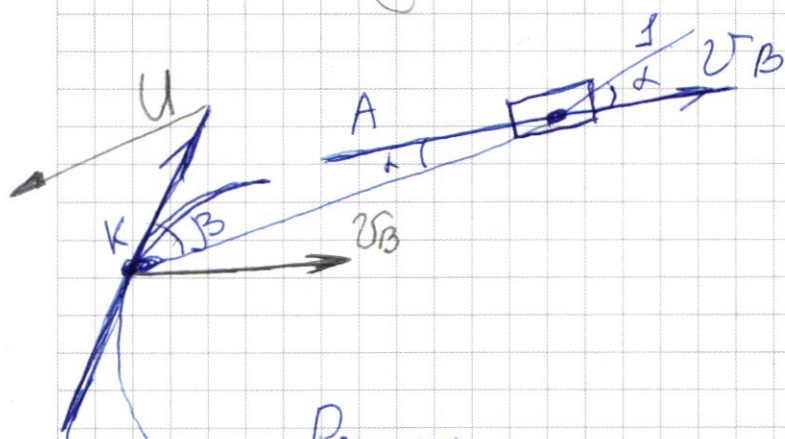
$$\text{то } \alpha = \frac{h}{f} = \frac{4F \cdot 2}{55F} = \frac{8}{25}$$

$$\text{Ответ: } \alpha = \frac{8}{25}$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дан век. треуго.



Решение

Дано:

$$V = 40 \text{ см/с.}$$

$$m = 3 \text{ кг}$$

$$R = 1,7 \text{ м.}$$

$$l = \frac{17R}{15}$$

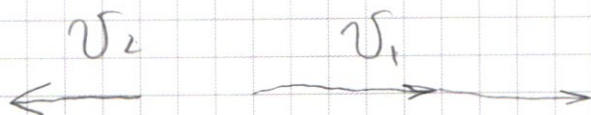
Найти:

$$U, U_{\text{амп}}, T$$

- 1) По формуле косинусов найдем, то проекция скорости на ось равна

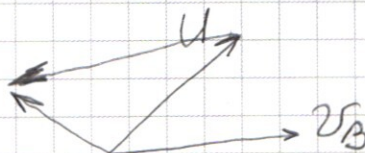
$$U \cos \beta = V \cos \alpha$$

$$U = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{40 \cdot \frac{3}{5} \cdot 1,7}{5 \cdot 8} = \frac{40 \cdot 51}{40} = 51 \text{ см/с.}$$



$$\vec{V}_{12} = \vec{V}_1 - \vec{V}_2 =$$

10 см/с

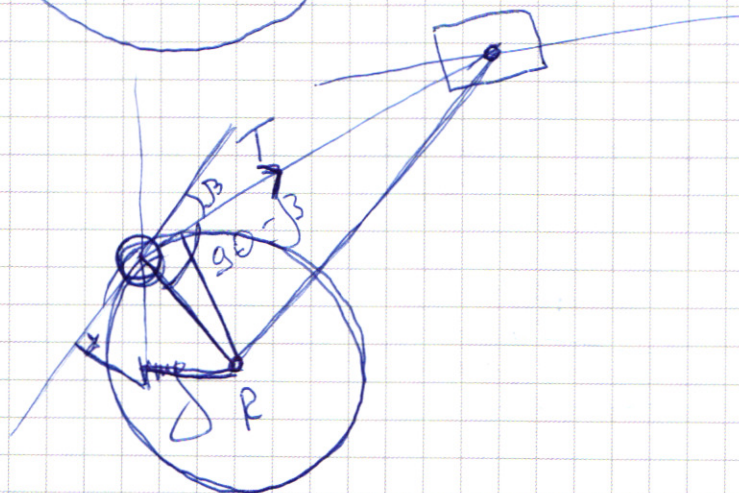
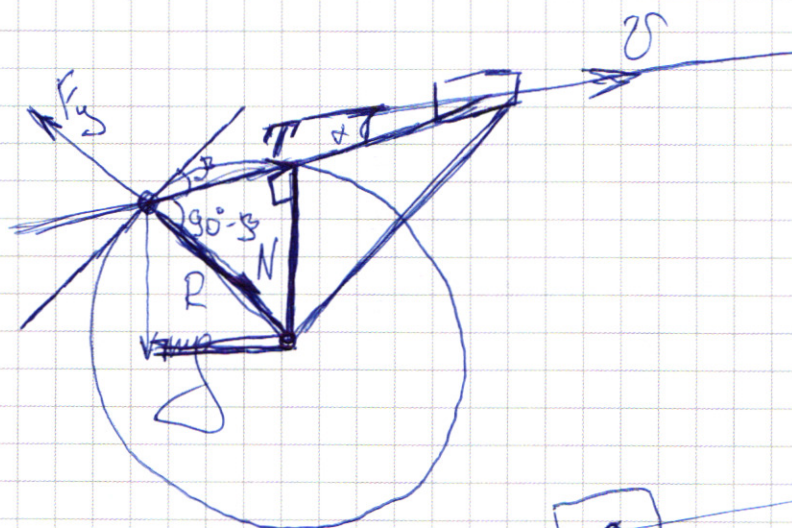
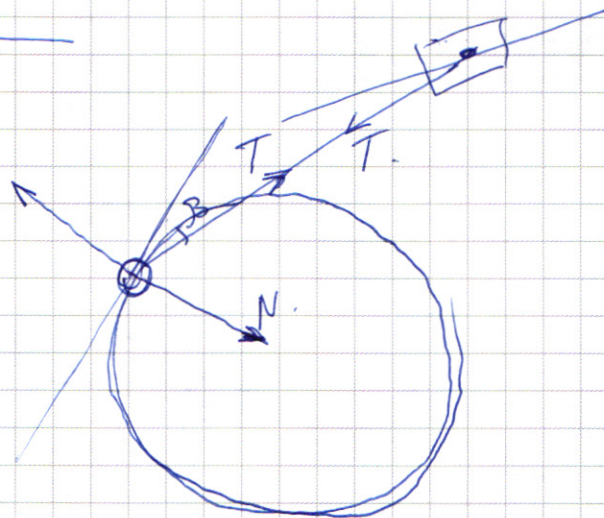
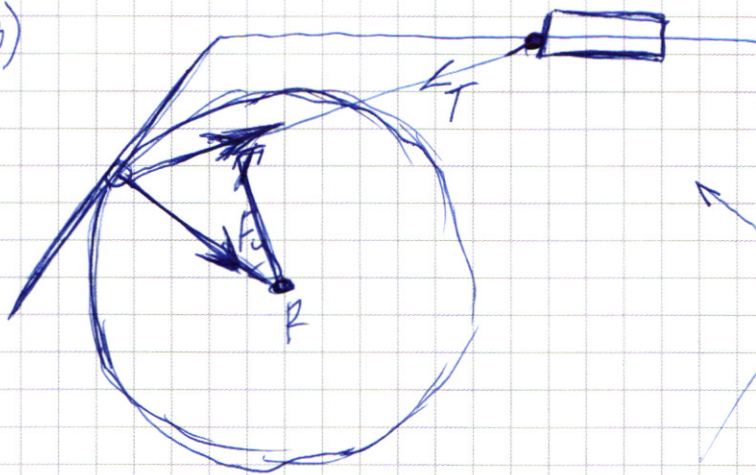


- 2) По формуле косинусов:

$$V_{\text{амп}} = \sqrt{U^2 + V^2 - 2UV \cos(\alpha + \beta)}$$



3)





## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$Q = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + A$$

$$A = \frac{(p_0 + p)}{2} (V - V_0)$$

$$p_0 V - p_0 V_0 = p V - p_0 V_0$$

$$\frac{p}{V} = \frac{p_0}{V_0}$$

$$A = \frac{(p_0 + \frac{p_0 V}{V_0}) (V - V_0)}{2}$$

$$p_0 V - p_0 V_0 + \frac{p_0 V^2}{V_0} + p_0 V$$

$$Q = \frac{3}{2} p V - \frac{3}{2} p_0 V_0 +$$

$$p V - p_0 V_0$$

$$Q = \frac{3}{2} \nu R T_2 - \frac{3}{2} \nu R T_1 + \frac{p_0 V}{2} - \frac{p_0 V_0}{2} + \frac{p V}{2} - \frac{p V_0}{2} =$$

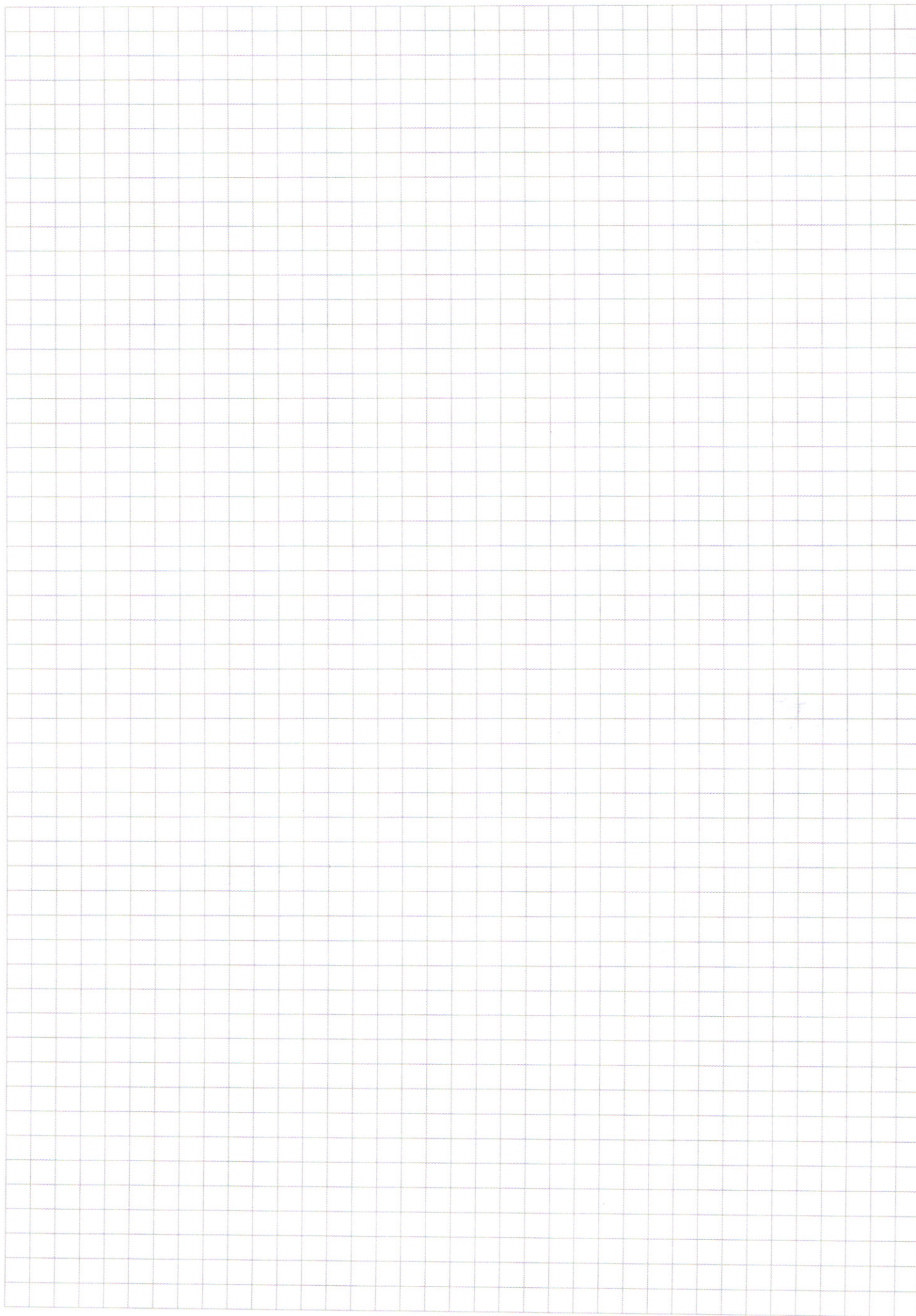
$$= \frac{3}{2} \nu R T_2 - \frac{3}{2} \nu R T_1 + \frac{\nu R T_2}{2} - \frac{\nu R T_1}{2} + \frac{\nu R T_2}{2} -$$

$$Q = \frac{3}{2} \nu R T_2 - \frac{3}{2} \nu R T_1 + A$$

$$p V = \nu R T_2$$

$$\frac{3}{2} p V - \frac{3}{2} p_0 V_0 + p_0 V_0$$

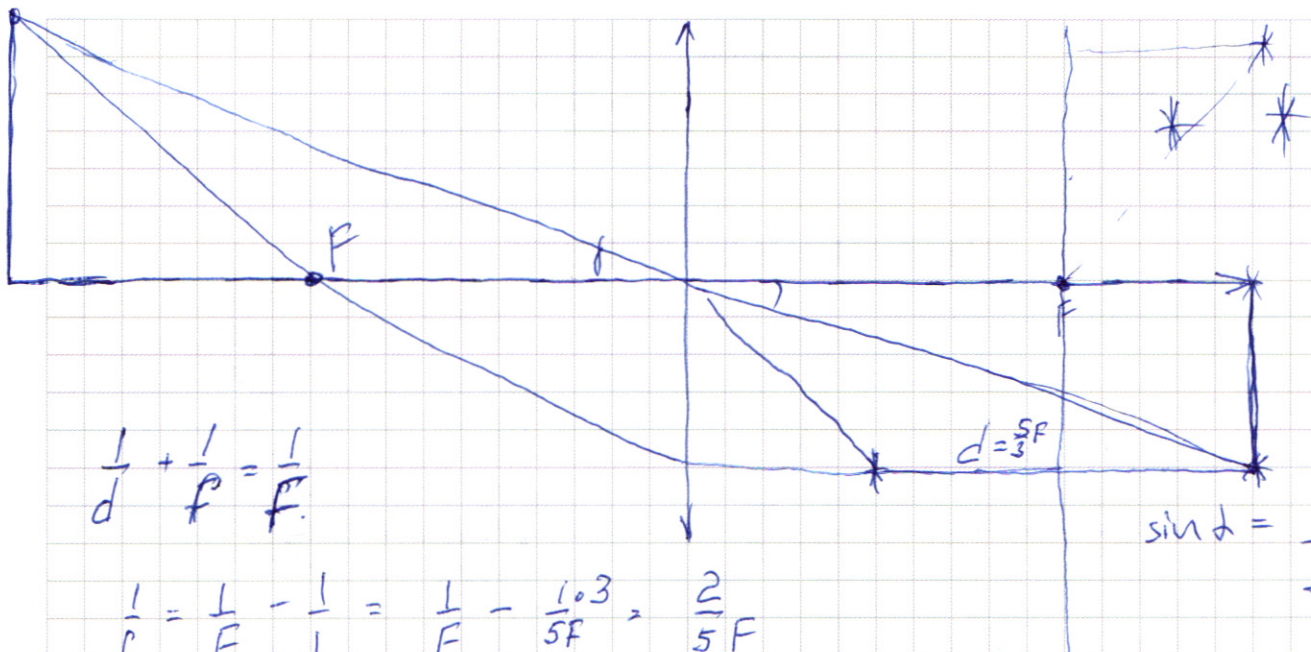




☒ черновик    ☐ чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)





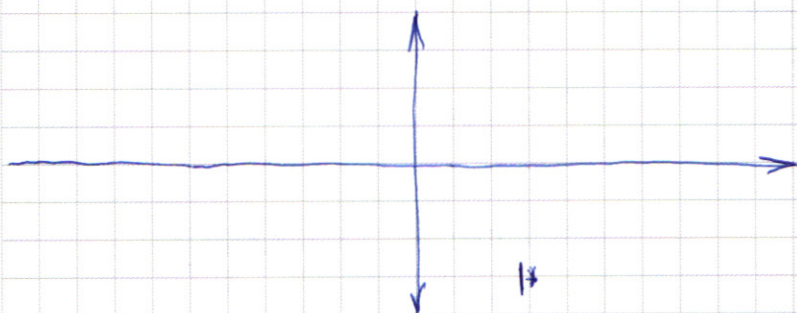
$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1.3}{5F} = \frac{2}{5F}$$

$$f = \frac{5F}{2}$$

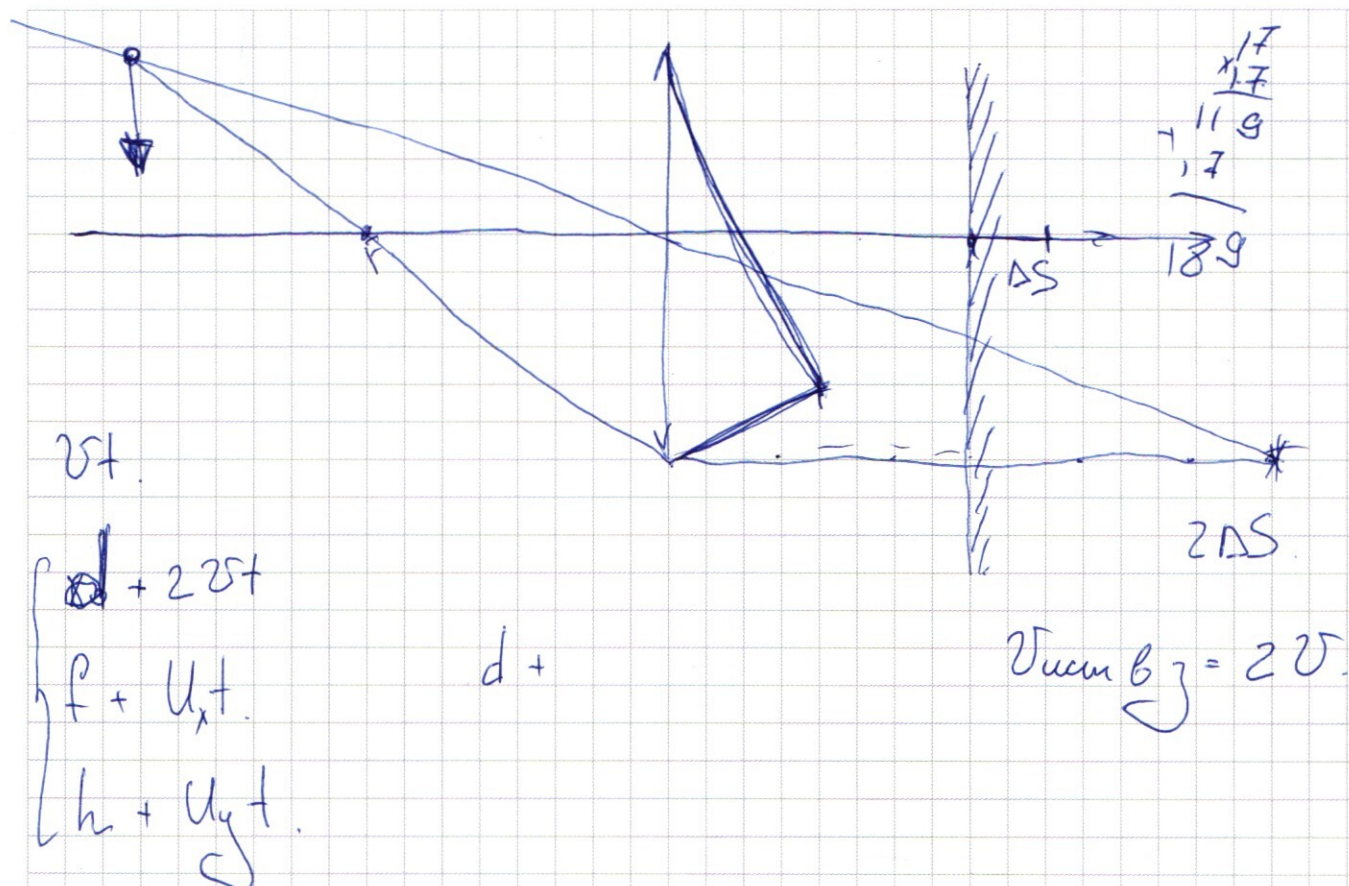
$$\frac{c}{h} = \frac{d}{f}$$

$$h = \frac{f c}{d} = \frac{\frac{5F}{2} \cdot \frac{8F}{15}}{\frac{5F}{3}} = \frac{40F}{50} = \frac{4}{5} F$$





## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{mv^2}{2} = qE_{\text{eff}} = q \frac{d}{2}$$

$$Ed = U$$

$$\begin{array}{r} 2601 \\ + 1600 \\ \hline 4201 \end{array}$$

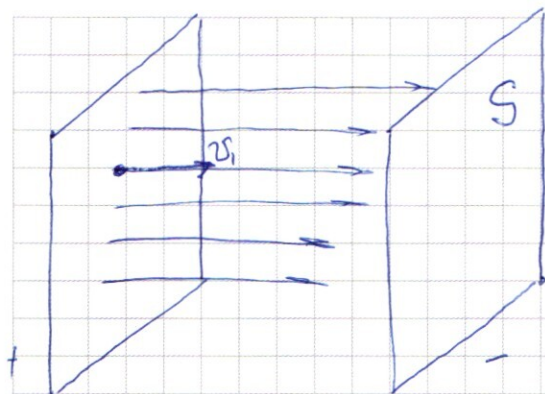
$$\begin{array}{r} 51 \\ \times 51 \\ \hline 51 \\ + 255 \\ \hline 2601 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 40 \\ 56 \\ \hline 40 \\ 200 \\ \hline 2040 \end{array}$$

$$\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta =$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Дано:

$$q = \sigma; d, S$$

$$v; 0,2d$$

$$A = F \cdot S = \frac{E \cdot d}{q}$$

$$U = E d$$

$$A = q(U_1 - U_2)$$

$$F \cdot d = q(U_1 - U_2)$$

$$\frac{F}{q} \cdot d = q(U_1 - U_2)$$

$$\frac{mv^2}{2} = q E d$$

$$\frac{mv^2}{2q \cdot 0,8d} = E$$

$$\frac{F}{q} = F = ma$$

$$\frac{mv^2}{2q \cdot 0,8d} = ma$$

$$\frac{F}{q} = E$$

$$F = Eqd$$

$$0 = v - at$$

$$\frac{mv^2}{2} = q E d$$

$$\ln x = \frac{1}{x} \quad F = \frac{kqQ}{r^2}$$

$$t =$$

$$\frac{mv^2}{2} = mad$$

$$\Delta A = F \cdot S = \frac{kqQ}{d^2} d = \frac{kqQ}{d}$$

$$A = \int_0^{0,8d} \frac{kqQ}{d^2} dd =$$



$$\frac{mv^2}{2} = A$$

$$A = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qEd$$

$$E = \frac{mv^2}{2q \cdot 0,8d} = \frac{v^2}{2 \cdot 0,8d}$$

$$E = \frac{F}{q} = \frac{mg}{q}$$

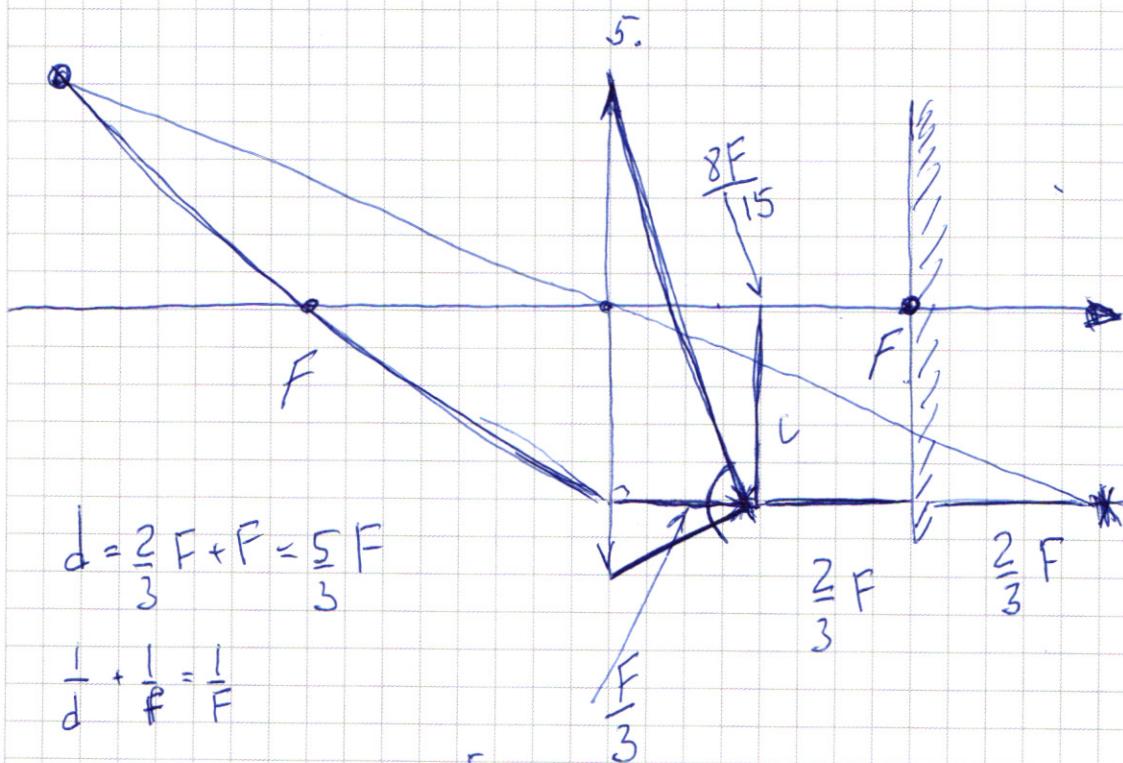
$$\frac{mv^2}{2q \cdot 0,8d} = mg$$

$$0,8d = \frac{v_1}{2} \cdot t$$

$$t = \frac{1,6d}{v_1}$$

$$CU = q$$

$$F - \frac{E}{3} = \frac{2}{3}F$$



$$-\frac{1}{d} + \frac{1}{F} = -\frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} =$$

$$d = \frac{2}{3}F + F = \frac{5}{3}F$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{F} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} - \frac{1}{F} = \frac{3}{5F} - \frac{1}{F} = -\frac{2}{5F}$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{3}{2}(pV - p_0V_0) + \frac{(p_0 + p)(V - V_0)}{2} = \\
 &= \frac{3}{2}(pV - p_0V_0) + \frac{(p_0V - p_0V_0 + pV - pV_0)}{2} = \\
 &= \frac{3}{2}p_0V_0\left(\frac{pV}{p_0V_0} - 1\right) + \frac{p_0V_0\left(\frac{V}{V_0} - 1 + \frac{pV}{p_0V_0} - \frac{p}{p_0}\right)}{2} = \\
 &= p_0V_0\left(\frac{3}{2}\left(\frac{pV}{p_0V_0} - 1\right) + \frac{V}{V_0} - 1 + \frac{pV}{p_0V_0} - \frac{p}{p_0}\right) = \\
 &\quad \frac{p}{V} = \frac{p_0}{V_0} \\
 &\quad \frac{p}{p_0} = \frac{V}{V_0} \\
 &= p_0V_0\left(\frac{3}{2}\frac{pV}{p_0V_0} - \frac{3}{2} + \frac{1}{2} + \frac{pV}{2p_0V_0}\right) = \\
 &= p_0V_0\left(\frac{4pV}{2p_0V_0} - \frac{4}{2}\right) = 2p_0V_0\left(\frac{pV}{p_0V_0} - 1\right) \\
 A &= p_0V_0\left(\frac{pV}{p_0V_0} - 1\right). \\
 \frac{Q}{A} &= ?
 \end{aligned}$$



$$\eta_{\max} = \frac{T_H - T_X}{T_H}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_H} =$$

$$= \frac{(p - p_0)(V - V_0)}{2} = \frac{(pV - pV_0 - p_0V + p_0V_0)}{4p_0V_0\left(\frac{pV}{p_0V_0} - 1\right)}$$

$$= \frac{p_0V_0\left(\frac{pV}{p_0V_0} - \frac{p}{p_0} - \frac{V}{V_0} + 1\right)}{4p_0V_0\left(\frac{pV}{p_0V_0} - 1\right)} = \frac{\frac{p^2}{p_0^2} - \frac{2p}{p_0} + 1}{4\left(\frac{p^2}{p_0^2} - 1\right)}$$

$$= \frac{\left(\frac{p}{p_0} + 1\right)^2}{4\left(\frac{p}{p_0} + 1\right)\left(\frac{p}{p_0} - 1\right)} = \frac{\frac{p}{p_0} + 1}{4\left(\frac{p}{p_0} - 1\right)} = \frac{\frac{p+p_0}{p_0}}{4\left(\frac{p-p_0}{p_0}\right)} = \frac{p+p_0}{4(p-p_0)}$$

$$= \frac{pV + p_0V}{4(pV - p_0V)} = \frac{VRT_2 + VRT_3}{4(VRT_2 - VRT_1)} = \frac{T_2 + T_3}{4(T_2 - T_1)}$$

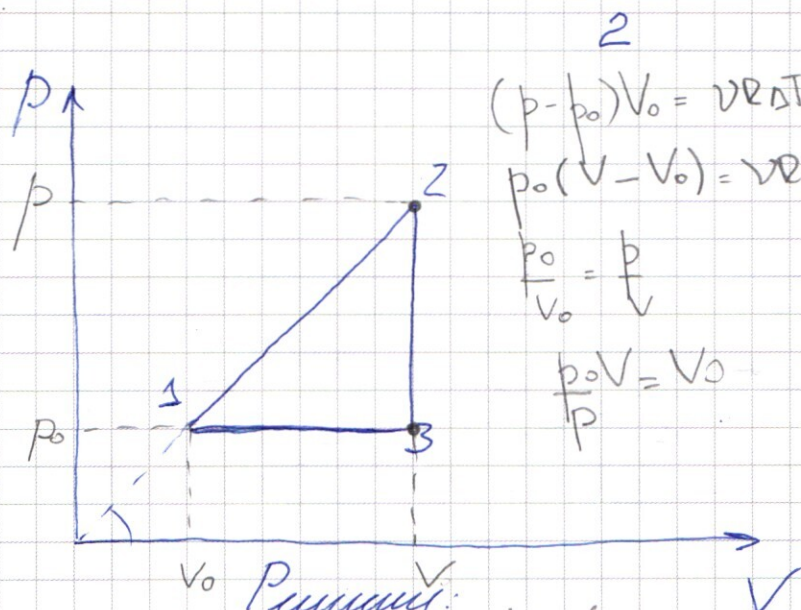
$$\eta = \frac{T_2 - T_1}{T_2} = \frac{pV - p_0V_0}{pV} = 1 - \frac{p_0V_0}{pV} = 1 - \frac{p_0^2}{p^2}$$

$$\frac{p}{V} = \frac{p_0}{V_0} \Rightarrow \frac{p_0}{p} = \frac{V_0}{V}$$

$$= \frac{p^2 - p_0^2}{p^2} = \frac{(p - p_0)(p + p_0)}{p^2}$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



5)  $\frac{C_{V1}}{C_{V2}} = n?$

$$pV = nRT$$

$$Q_{123} = C_v V \Delta T_1 = \frac{3}{2} V R \Delta T_1$$

$$Q_{31} = c_p V \Delta T_2 = \frac{5}{2} V R \Delta T_c$$

$$p_0 V - p_0 V_0 = \nu R \Delta T$$

$$p_0 V - p_0 V_0 = V R \Delta T_2$$

$$= \sum \Delta T_1 = \Delta T_2$$

$$\frac{Q_{23}}{Q_{31}} = \frac{3}{5}$$

$$2) \quad Q = \Delta U + A = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \cancel{(A - p_0 \Delta V)} (V - V_0)$$

$$\frac{p_0 V}{p} = V_0$$

$$p_0 V - \frac{p_0^2 V}{p} = \Delta T_2$$

$\Delta T_1$   
 $2 \Delta T_2$

Dano:  
 $i = 3$   
 $p = 1 \text{ V (s2)}$   
 Kairau:

1)  $\frac{G_1}{C V_2} = R$   
 2)  $\frac{Q}{A}$   
 3) 2.

$(p - p_0) \frac{p_0 V}{P} = \nu R \Delta T_1$   
 $p_0 V - \frac{p_0^2 V}{P} = \nu R \Delta T_1$   
 $\frac{p_0 V}{V_0} = R$   
 $\frac{p_0 V_0}{P} = \nu R \Delta T_1$   
 $\frac{p_0 V_0}{P} (V - V_0) = \nu R \Delta T_2$   
 $(p - p_0) V_0 = \nu R \Delta T_1$   
 $p_0 (V - V_0) = \nu R \Delta T_2$

$$\frac{p_0}{p} = \frac{V_0}{V} = \rho \cdot d$$

$$\left( \frac{p_0 V}{V_0} - p_0 \right) V_0 = \nu R \Delta T \dots$$

$$p_0(V - V_0) = VR \Delta T_2$$



$$2) A = \frac{(p_0 + p)(V - V_0)}{2}$$

$$\frac{p}{V} = \frac{p_0}{V_0}$$

$$Q = \frac{3}{2} VR(T_2 - T_1) + \frac{(p_0 + p)(V - V_0)}{2} =$$

$$= \frac{3}{2} VRT_2 - \frac{3}{2} VRT_1 + \frac{(p_0 + p)(V - V_0)}{2}$$

$$VRT_2 = pV$$

$$VRT_1 = p_0 V_0$$

$$Q = \frac{3}{2} pV - \frac{3}{2} p_0 V_0 + \frac{p_0 V}{2} - \frac{p_0 V_0}{2} + \frac{pV}{2} - \frac{pV_0}{2} =$$

$$= \frac{4}{2} pV - \frac{4}{2} p_0 V_0 + \frac{p_0 V}{2} - \frac{pV_0}{2} - 2pV - 2p_0 V_0 +$$

$$+ \frac{p_0 V - pV_0}{2} = \dots + \frac{p_0 V - p_0 V_0}{2} = \dots +$$

$$\frac{p_0}{V_0} = \frac{p}{V}$$

$$Q = 2pV - 2p_0 V_0 + \frac{p_0 V}{2} - \frac{pV_0}{2}$$

$$Q = p_0 \left( \frac{V}{2} - 2V_0 \right) + p \left( 2V - \frac{V_0}{2} \right)$$

$$Q = \frac{4}{4} p_0 \left( 2V - \frac{V_0}{2} \right) + p \left( 2V - \frac{V_0}{2} \right)$$

$$Q = \left( \frac{p_0}{4} + p \right) (2V - \frac{V_0}{2})$$

$$\frac{\frac{3}{2} (pV - p_0 V_0)}{\frac{(p_0 + p)(V - V_0)}{2}} + 1 =$$

$$\frac{3(pV - p_0 V_0)}{(p_0 + p)(V - V_0)} =$$

$$= 3p_0 \left( \frac{pV}{p_0} - V_0 \right)$$

$$\frac{3p_0 (pV - p_0 V_0)}{p_0 (1 + p)(V - V_0)}$$

$$\frac{3p_0 (pV - p_0 V_0)}{p_0 (1 + p)(V - V_0)}$$

$$\frac{3pV - 3p_0 V_0}{V - V_0 + pV - p_0 V_0}$$