

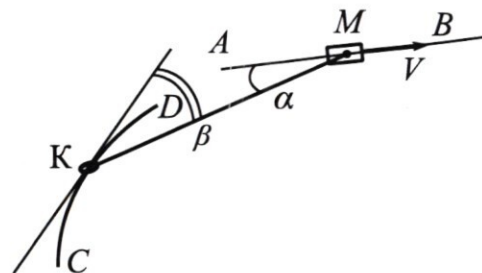
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-04

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

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол α ($\cos \alpha = 4/5$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 8/17$) с направлением движения кольца.



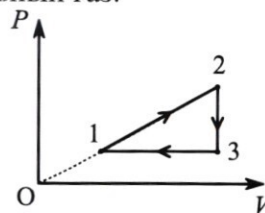
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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 изменения внутренней энергии газа 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. Напряжение на конденсаторе U . Отрицательно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается на расстоянии $0,2d$ от отрицательно заряженной обкладки.

1) Найдите удельный заряд частицы $\gamma = \frac{|q|}{m}$.

2) Через какое время T после влета в конденсатор частица вылетит из него?

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.

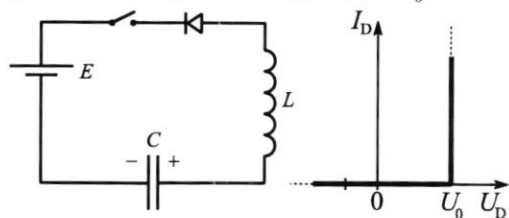
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 9$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,4$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ 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.

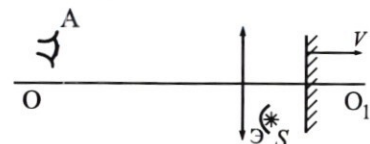


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии $3F/5$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $6F/5$ от линзы.

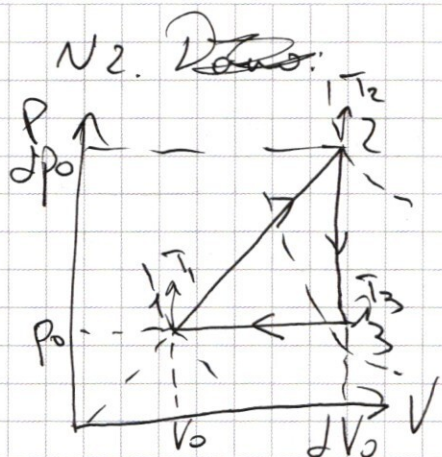
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)

3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) $\frac{C_{23}}{C_{31}}$ - ? 2) $\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}}$ - ? 3) η_{max} - ?

~~В~~ В Т.1 $P_1 = P_0$ $V_1 = V_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow$ В Т.2 $V_2 = 2V_0$ $P_2 = f(V_0, T_1, R, \text{прям. Завис})$

1) по изотермам Вигно, что по изменению T проист. на 2-3 и 3-1.

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C_{23} = \frac{\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)}{\nu (T_2 - T_1)} = \frac{3}{2} R \quad C_{23} =$$

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) + S_{\text{пр}} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) +$$

$$Q_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) + \nu R (T_1 - T_3) = \frac{5}{2} \nu R (T_1 - T_3) + \cancel{P_0 \cdot dV - P_0 V_0}$$

по ур-ю Менг. Клоин $\Rightarrow$

$$\Rightarrow C_{31} = \frac{\frac{5}{2} \nu R (T_1 - T_3)}{(T_1 - T_3) \nu} = \frac{5}{2} R$$

$$\left[\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{\frac{3}{2} R}{\frac{5}{2} R} = \frac{3}{5} \right]$$

2) $A_{12} = + S_{\text{проф}} = \frac{P_0 + P_2}{2} \cdot (2V_0 - V_0) = \frac{(2^2 - 1)}{2} P_0 V_0$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (\nu R T_2 - \nu R T_1) = \frac{3}{2} (2^2 P_0 V_0 - P_0 V_0) =$$

по ур-ю Менг. Клоин $\Rightarrow$

$$= \frac{3}{2} (2^2 - 1) P_0 V_0$$

$$\left(\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = \frac{\frac{3}{2} (2^2 - 1) P_0 V_0}{\frac{(2^2 - 1)}{2} P_0 V_0} = 3 \right)$$

$$3) \eta = \frac{A_r}{Q_{\text{ном.}}} = \frac{S_{\text{пр}}(123)}{Q_{12}} = \frac{\frac{1}{2}(d-1)p_0 \cdot (d-1)V_0}{\Delta U_{12} + A_{12}} = \frac{\frac{1}{2}(d-1)^2 p_0 V_0}{\frac{3}{2}(d^2-1)p_0 V_0 + \frac{(d^2-1)}{2} p_0 V_0}$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2}(d-1)^2 p_0 V_0}{\frac{3}{2}(d^2-1)p_0 V_0} = \frac{(d-1)^2}{4(d^2-1)} = \frac{(d^2-1) + (2d+2)}{4(d^2-1)} =$$

$$\eta = \frac{(d^2-1)}{4(d^2-1)} - \frac{2(d-1)}{4(d^2-1)} = \frac{1}{4} - \frac{1}{2(d+1)} \Rightarrow \boxed{\eta_{\text{max}} = \frac{1}{4}}$$

Ответ: 1) $\frac{c_{23}}{c_{31}} = \frac{3}{5}$ 2) $\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = 3$ 3) $\eta_{\text{max}} = \frac{1}{4} = 25\%$

У5.

Дано:

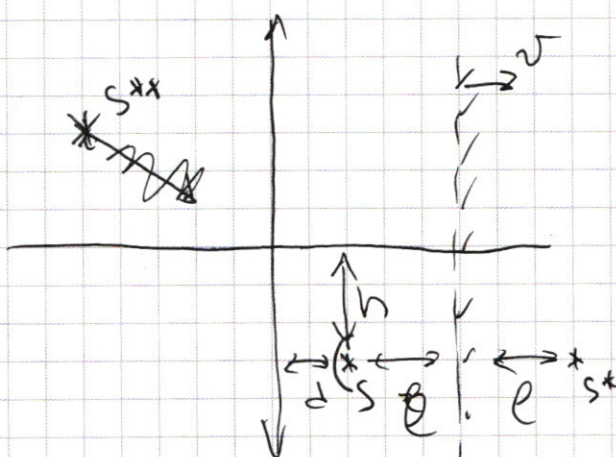
$$d = \frac{3F}{5}$$

$$l = \frac{6F}{5}$$

$$h = \frac{8F}{15}$$

F

- 1) f ?
- 2) d ?
- 3) u ?



1) предмет S будет находиться на таком же e как и его S^* изобр. в зеркале.

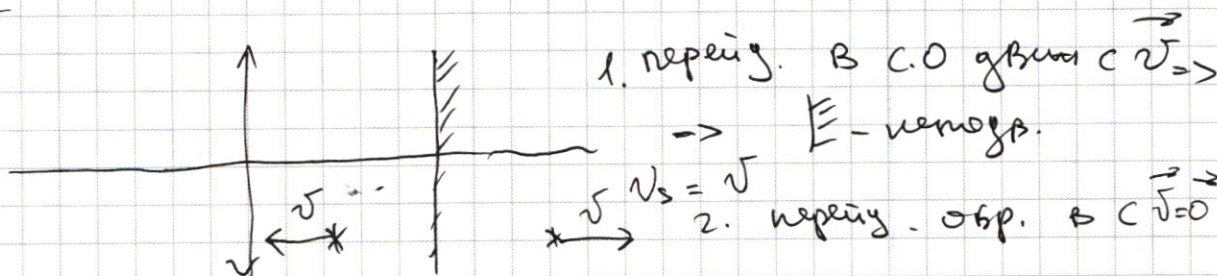
$$d^* = d + 2l - \text{расст. до мизы } S^*. d^* = \frac{3F}{5} + \frac{6 \cdot 2F}{5} = 3F$$

т.к. миза соизвр.: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \rightarrow f = \frac{Fd}{d-F} - \text{расст. от}$

$$\boxed{f^* = \frac{Fd^*}{d^*-F} = \frac{F \cdot 3F}{3F-F} = \frac{3}{2}F}$$

$\uparrow$ до S^*

2)

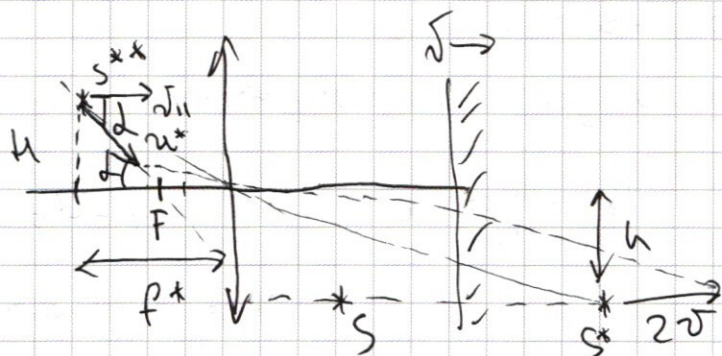


1. перейг. в с.о. гвизи с $\vec{v} \rightarrow$

$\rightarrow E$ - нетога.

2. перейг. обр. в с $\vec{v} = 0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



h - высота s^*

$$h = \Gamma \cdot h$$

$$\Gamma = \frac{f}{d}$$

$$h = \frac{\frac{3}{2}F}{3F} \cdot h = \frac{h}{2}$$

$$\boxed{\tan \alpha = \frac{h}{f^* - F} = \frac{\frac{8}{15}}{\frac{3}{2}F - F} = \frac{8}{15}}$$

$$\cos \alpha = \frac{15}{17}$$

3) из геометрии $u^* = \frac{u_{11}}{\cos \alpha}$

$$\frac{u_{11}}{u_{s^*}} = \Gamma^2 \quad u_{s^*} = 2\sqrt{\quad} \Rightarrow u_{11} = \Gamma^2 \cdot 2\sqrt{\quad} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \cdot 2\sqrt{\quad} = \frac{\sqrt{\quad}}{2}$$

$$\boxed{u^* = \frac{u_{11}}{\cos \alpha} = \frac{\frac{\sqrt{\quad}}{2}}{\frac{15}{17}} = \frac{17}{30} \sqrt{\quad}}$$

ОТВЕТ: 1) $f^* = \frac{3}{2}F$ 2) $\tan \alpha = \frac{8}{15}$ 3) $u^* = \frac{17}{30} \sqrt{\quad}$

НЧ.

Дано:
 $\varepsilon = 6 \text{ В} = 6U_0$

$C = 10^{-5} \text{ Ф}$

$U_1 = 9 \text{ В} = 3U_0$

$L = 0,4 \text{ Гн}$

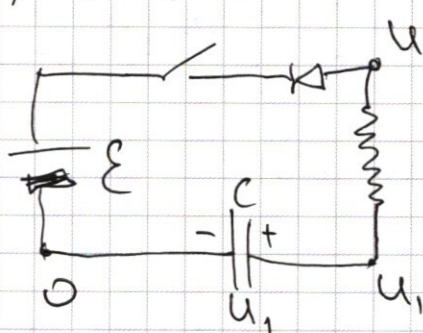
$U_0 = 1 \text{ В}$

1) I'_0 - ?

2) $I_{\max}$ - ?

3) U_2 - ?

1) сразу после замыкания: X ~~не~~ U_1 на



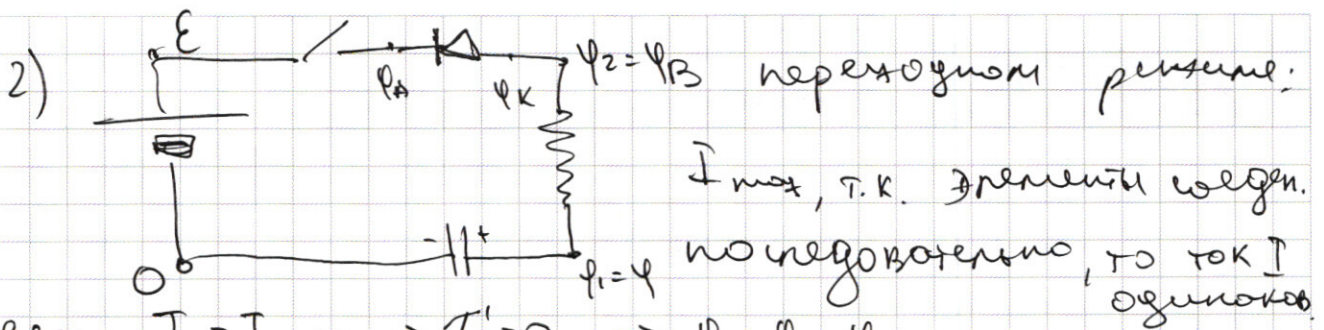
U_1 - U не успевает поменяться

$\Rightarrow$ U и I через индуктивность $\Rightarrow$ (по методу потенциалов).

$\Rightarrow$ напряж. на ее концах равна

$$U = L I' \Rightarrow$$

$$\boxed{I'_0 = \frac{U_1}{L} = \frac{9 \text{ В}}{0,4 \text{ Гн}} = 22,5 \frac{\text{В}}{\text{Гн}}}$$



если $I = I_{max} \rightarrow I' = 0 \Rightarrow \varphi_1 = \varphi_2 = \varphi$

(Воспользуемся методом потенциалов)

т.к. диод открыт: $\varphi_A - \varphi_K = U_0 \rightarrow \varepsilon - \varphi = U_0$
 $\varphi = \varepsilon - U_0 > 0$

рассмотрим обкладку $-||$:

$\Delta q = -C(\varepsilon - U_0 - U_1) = -C(U_1 + U_0 - \varepsilon)$

по 3УЭ: $A_{int} = W_{кон.} - W_{нач.}$

$\frac{C(U_1)^2}{2} = W_{C_1} + W_{C_2} + A_{int} = W_{C_2} + W_{C_1} - \varepsilon \cdot \Delta q = \frac{C(\varepsilon - U_0)^2}{2} + \frac{C(I_{max})^2}{2}$

$\frac{C(U_1)^2}{2} - \varepsilon \cdot C(U_1 + U_0 - \varepsilon) = \frac{C(\varepsilon - U_0)^2}{2} + \frac{C(I_{max})^2}{2}$

$\sqrt{\frac{1}{2}(C(U_1 - \varepsilon + U_0)(U_1 + \varepsilon - U_0) - 2C\varepsilon(U_1 + U_0 - \varepsilon))} = I_{max}$

$C(U_1 + U_0 - \varepsilon)(U_1 + U_0 - 2\varepsilon)$

$\varepsilon = 6U$
 $- \varepsilon \cdot 6U_0 \cdot 4U_0 = \varepsilon$

$- C(6U_0) \cdot (5U_0 + U_0 - 6U_0) = \frac{C(6U_0 - U_0)^2}{2} + \frac{C(I_{max})^2}{2} - \frac{C(9U_0)^2}{2}$

$\frac{C(9U_0)^2}{2} - \frac{C(6U_0)(4U_0)}{2} - \frac{C(5U_0)^2}{2} = \frac{C(I_{max})^2}{2}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

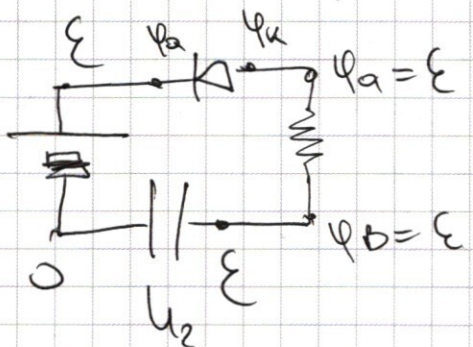
$$\frac{CU^0}{L} (81 - 48 - 25) = (I_{\max})^2$$

$$\sqrt{\frac{8CU^0}{L}} = I_{\max}$$

$$I_{\max} = 2U_0 \sqrt{\frac{C}{L}} = 2(1\text{В}) \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-5}\text{Ф}}{0,4\text{Гн}}} =$$

$$\approx 2 \cdot 0,7 \cdot 10^{-3} \approx 1,4 \text{ мА.}$$

3) В уст. режиме: $I_{\text{через } H} = 0$ и $\left. \begin{array}{l} \varphi_a - \varphi_b = 0 \text{ на } H \\ \varphi_a = \varepsilon \end{array} \right\} \Rightarrow$



$\Rightarrow$ тока нет во всей цепи. $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ напряжение на

для H $\varphi_a - \varphi_b = 0$

(при помощи метода потенциалов) $\Rightarrow$

$$\Rightarrow U_2 = \varepsilon - 0 = \varepsilon = 6 \text{ В}$$

Ответ: 1) $I_0 = 22,5 \frac{\text{В}}{\text{Гн}}$, 2) $I_{\max} \approx 1,4 \text{ мА}$ 3) $U_2 = 6 \text{ В}$.

3) Дано:

U, V_1, I

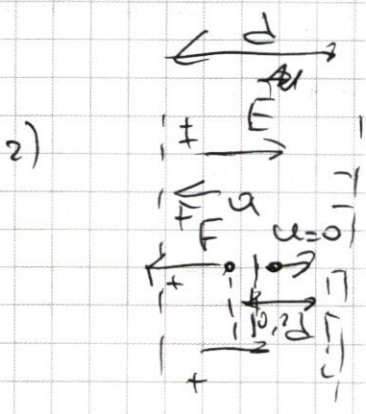
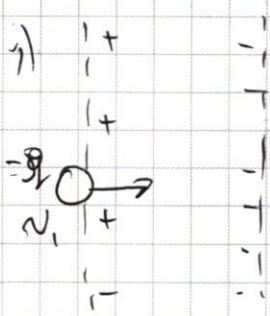
$\ell = 0,2 \text{ д}$

1) $\gamma = \frac{191}{\text{м}}$?

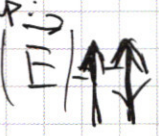
2) T ?

3) v_0 ?

Решение:



1) т.к. частица отрицательно заряжена, то должно влететь ток, как показано на рисе.

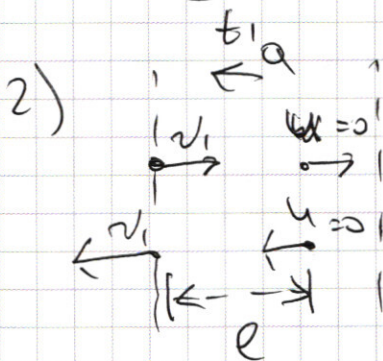
Потому что $\Phi \Phi U = 0$ а $\Phi \Phi \vec{v} \Rightarrow$  $\Rightarrow$

$l = L - 0,2d = 0,8d$ - путь, который прошла частица
в однородном эл-ном поле с $E = \text{const} \Rightarrow F = \text{const} \Rightarrow a = \text{const}$.

$$\begin{cases} E = \frac{U}{d} \\ ma = F_{эл} = E \cdot q \Rightarrow a = \text{const} \end{cases}$$

из кинематики: $l = \frac{v_1^2 - u^2}{2a} \rightarrow a = \frac{v_1^2}{2l} = \frac{v_1^2}{1,6d}$

$$\frac{q}{m} = \gamma = \frac{a}{E} = \frac{\frac{v_1^2}{1,6d}}{\frac{U}{d}} = \frac{v_1^2}{1,6U}$$



т.к. на частицу действуют только одна сила $F_{эл} \Rightarrow$ все время a .

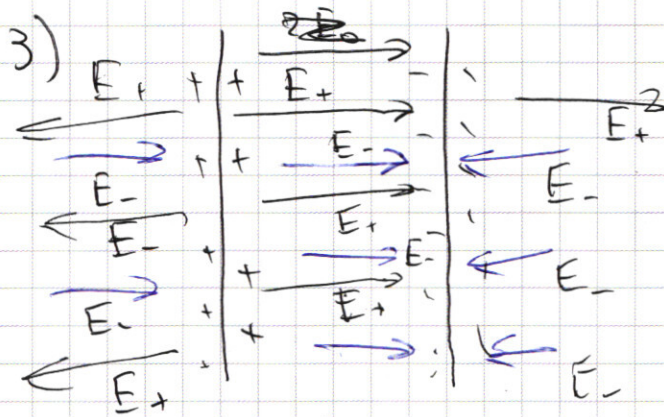
Поэтому сначала частица будет останавливаться, а после снова разгоняться по той же траектории.

$S = 2l$ ~~время~~

время T будет равно 2-м временам остановки,

и поэтому $t_2 = \begin{cases} T = t_1 + t_2 = 2t = \frac{2,2d}{v_1} \\ t_1 + t_2 \end{cases}$

$$t = \frac{v_1}{a} = \frac{v_1}{\frac{v_1^2}{1,6d}} = \frac{1,6d}{v_1}$$



т.к. $E = E_- + E_+$ Внутренний
конгенератора, а Вн
 $E_+ - E_- = 0 \Rightarrow$ нет
всех скоростей $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ Внутренний из

конгенератора $+/ -$, чашка будет со стороны
своей энергии $\Rightarrow v_1 = v_0$ (при $v_{\text{вн}} = v$ на ∞).

№1. Домо;

$$v = 2 \text{ м/с}$$

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

$$R = 1,5 \text{ м}$$

$$\rho = \frac{77R}{15}$$

$$\cos \delta = \frac{4}{5}$$

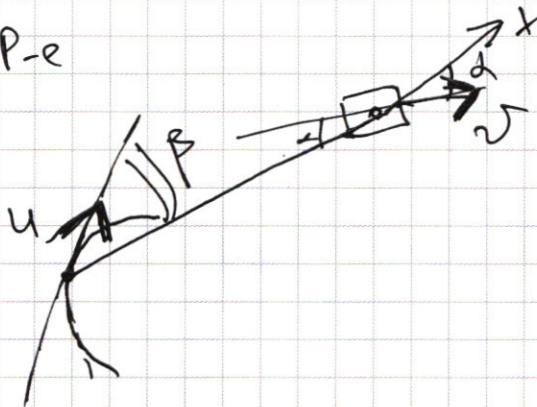
$$\cos \beta = \frac{8}{17}$$

1) u - ?

2) u^*

3) T - ?

P-e



1) т.к. трасс не параллельны, то
проекция на ось, параллельную
долины быть равны.

$$u_x = v_x$$

$$u \cos \beta = v \cos \delta$$

$$u = 3,4 \text{ м/с}$$

$$u = v \frac{\cos \delta}{\cos \beta} = 2 \cdot \frac{4}{8/17} = 2 \cdot \frac{4 \cdot 17}{8} = 17 \text{ м/с}$$

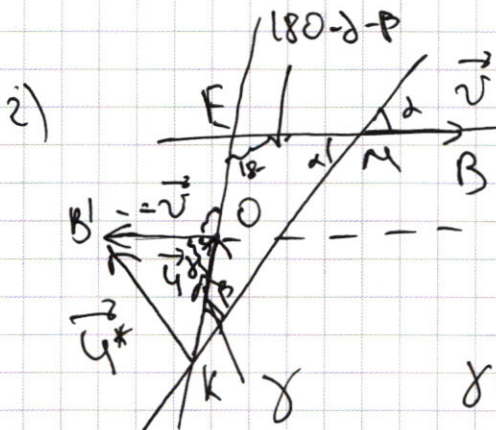
$$u^* = u + (-v) - \text{относительно}$$

$$\angle KEM = 180 - \delta - \beta \text{ (ст. } \Delta\text{-ка)}$$

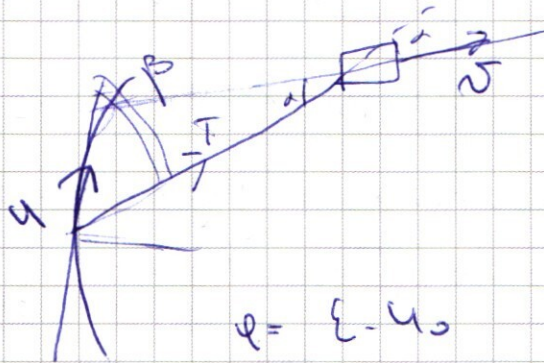
$$\angle BOE = \angle OEK \text{ (т.к. при } \parallel \text{ прям)}$$

$$\gamma = \angle BOK = 180 - \angle BOE = \delta + \beta$$

по т. косинусов: $u^{*2} = v^2 + u^2 - 2vu \cos(\delta + \beta)$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$I \cos \varphi = U \cos \varphi$$

$$I \sin \varphi = \alpha \max m \frac{U^2}{R}$$

$$\alpha = \frac{2^2}{R}$$

$$\varphi = \varepsilon - U_0$$

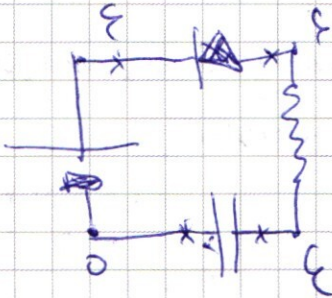
$$U_1 = 4U_0 = 4U_0$$

$$U_0$$

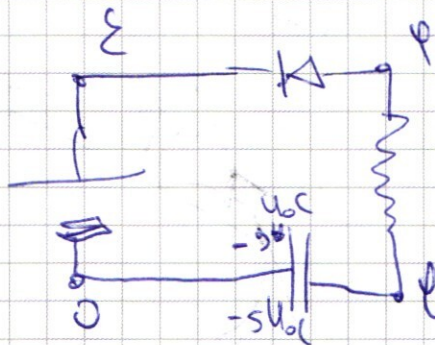
$$\varepsilon = 6U_0$$

$$A = W_k - W_n$$

в уст.



$$I = \frac{q}{\Delta t}$$



$$\varepsilon - \varphi = U_0$$

$$\varphi = 5U_0$$

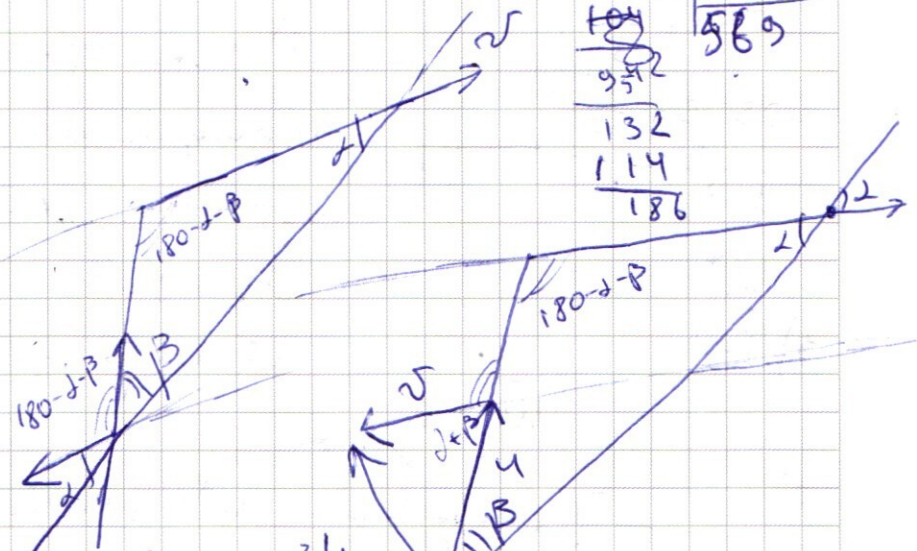
$$\frac{48}{+25}$$

$$-73$$

$$81 - 73$$

$$\frac{7 \cdot 9}{63 - 70} = 133$$

$$\begin{array}{r} 10826 \quad 19 \\ 104 \quad 569 \\ \hline 952 \\ 132 \\ 114 \\ \hline 186 \end{array}$$



$$A = W_k - W_n = \frac{C(5U_0)^2}{2} + \frac{L(I_{\max})^2}{2} - \frac{C(3U_0)^2}{2} - \frac{C(4U_0)^2}{2}$$

$$U_0^2 = \frac{U^2}{2} + 2U_0 \cos(\varphi + \beta) = \frac{U^2}{2} + 2U_0 \cos(\varphi + \beta)$$

$$-24C U_0^2 = \frac{C(5U_0)^2}{2} + \frac{L(I_{\max})^2}{2} - \frac{C(3U_0)^2}{2} - \frac{C(4U_0)^2}{2}$$

$$8(U_0^2(81 - 48 - 25)) = L I_{\max}^2$$

$$U_0 \sqrt{\frac{C}{L} \cdot 8} = I_{\max}$$

$$\begin{array}{l} -C \cdot 9U_0 \\ 4C U_0 \cdot 6U_0 \\ -C(5U_0) \end{array}$$

$$\varphi = 6U_0 - U_0$$

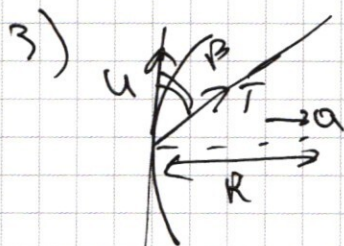
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$u^2 = v^2 + u^2 - 2uv (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta) =$$

$$\sin \alpha = \frac{3}{5} \quad \sin \beta = \frac{15}{17}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \left(\frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{3}{5} \cdot \frac{15}{17} \right) = -\frac{13}{85}$$

$$u^2 = v^2 + u^2 - 2uv \cos(\alpha + \beta) = v^2 + \frac{v^2}{4 \cdot 85^2} - \frac{13v^2}{85^2} \approx v^2 \Rightarrow u \approx v$$



$m a_y = T \cos \beta$, т.к. сила
реакции компенсирует груз
свеса.

$$\frac{mu^2}{R} = T \cos \beta$$

$$T = \frac{mu^2}{R \cos \beta} = \frac{0,4 \cdot (3,4)^2 \cdot 1,7}{1,9 \cdot 8} \approx 5,7 \text{ Н}$$

$$= \frac{0,4 \cdot (3,4)^2 \cdot 1,7}{1,9 \cdot 8} \approx 5,7 \text{ Н}$$

2) расчеты: $u^2 = v^2 + (1,7v)^2 + 2 \cdot v \cdot (1,7v) \cdot \left(\frac{13}{85}\right) =$

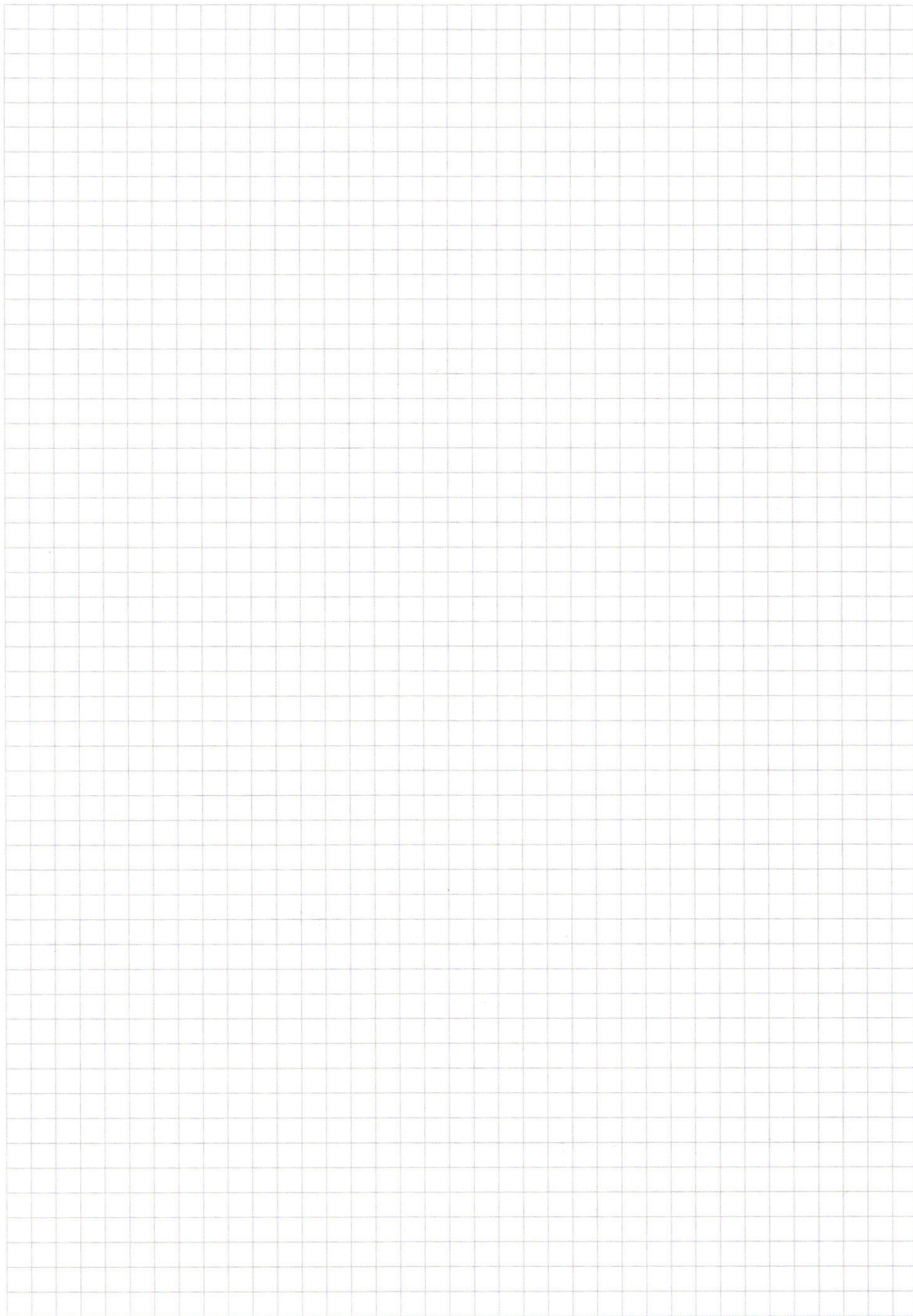
$$= v^2 + 2,89v^2 + 0,52v^2 = 4,41v^2$$

$$u = 2,1v = 7,2 \text{ м/с}$$

Ответ: 1) $u = 7,2 \text{ м/с}$ 2) $u = 7,2 \text{ м/с}$

$$2) u = 2,1v = 7,2 \text{ м/с}$$

3) $T = \frac{mu^2}{R \cos \beta} = 5,7 \text{ Н}$



$$\mathcal{E} = 60$$

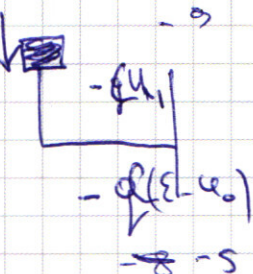
$$U_1 = 90$$

$$32 - 45 =$$

$$= -13$$

$$\frac{\frac{4}{5}}{\frac{8}{17}} = \frac{1}{2.85}$$

~~W~~



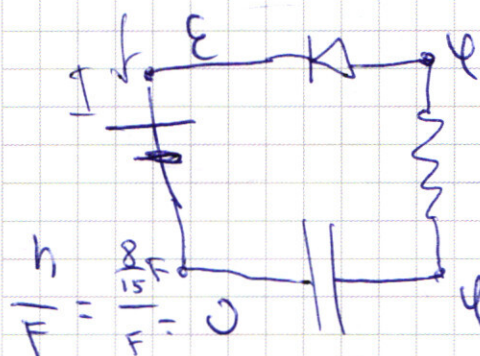
$$q = U$$

$$A_{\text{int}} = -C(U_1 + U_0 - \mathcal{E}) =$$

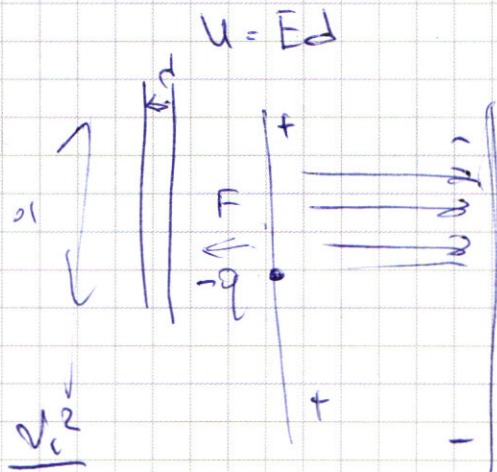
$$\frac{q}{4} = 2 \frac{1}{4} \quad \mathcal{E} - \varphi = U_0$$

$$\frac{30}{4} = \frac{80+10}{4} = 20+2.5$$

$$\varphi_A - \varphi_B = \frac{Uq}{4}$$



$$\begin{array}{r} 100 \mid 85 \\ 85 \\ \hline 150 \\ -85 \\ \hline 650 \end{array}$$



$$\frac{h}{F} = \frac{8}{15} \quad F = 0$$

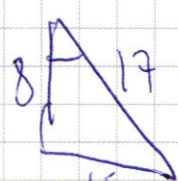
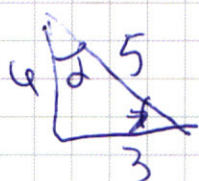
$$\frac{q}{m} = \frac{\sqrt{2}}{1.6d}$$

$$\frac{q}{E} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{1.6d}}{\frac{U}{d}} = \frac{\sqrt{2}}{1.6U}$$

$$ma = F_m = Eq$$

$$qEd = \frac{v^2}{2a} \quad a = \frac{v^2}{1.6d}$$

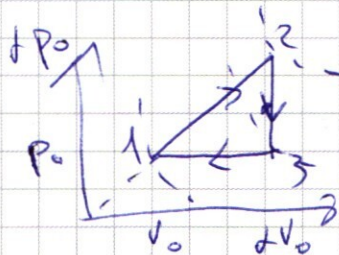
$$v = at \quad T = 2t = \frac{2v}{a} = \frac{2v}{\frac{v^2}{1.6d}} = \frac{3.2d}{v}$$



$$85^2 = 6400 + 800 + 25 =$$

$$= 7225 \cdot 4 = 28900 + 1 =$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} (2V_0 p_0 - 2^2 V_0 p_0)$$

$$\nu R T_3 = \frac{Q_{23}}{T_3 - T_2} = \frac{3}{2} R$$

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) + p_0 V_0 = \frac{3}{2} \nu R T_1 - \frac{3}{2} \nu R T_3 + p_0 V_0$$

$$Q_{31} = \frac{3}{2} \nu R T_1 - \frac{3}{2} \nu R T_3 + p_0 V_0 = \frac{3}{2} \nu R T_1 - \frac{3}{2} \nu R T_3 + p_0 V_0$$

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

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) =$$

$$= \frac{3}{2} (2^2 p_0 V_0 - p_0 V_0) = \frac{3}{2} (2^2 - 1) p_0 V_0$$

$$A_{12} = \frac{p_0 + 2p_0}{2} (2V_0 - V_0) = \frac{3}{2} p_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = 3$$

$$\eta = \frac{A_{12}}{Q_{12}} = \frac{\frac{3}{2} p_0 V_0}{\frac{3}{2} (2^2 - 1) p_0 V_0} = \frac{1}{2^2 - 1} = \frac{1}{3}$$

$$= \frac{(2^2 - 1)^2}{2(2^2 - 1)} = \frac{2^2 - 2 \cdot 2 + 1}{2(2^2 - 1)} = \frac{2^2 - 1}{2(2^2 - 1)} = \frac{2(2 - 1)}{2(2^2 - 1)} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2^2 - 1}$$

$$\eta = 50\%$$

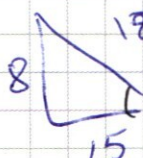
$$d = \frac{3F}{5} \quad \ell = \frac{6F}{5}$$

$$d^* = d + 2\ell = \frac{3F}{5} + \frac{12F}{5} = 3F$$

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

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{3F} + \frac{1}{\ell}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{2}{3F} \quad f = \frac{3}{2} F$$



$$64 + 225 = 289$$

$$17^2 = (100 + 140 + 49) = 289 \cdot 34$$

$$\begin{array}{r} 289 \\ \times 34 \\ \hline 1156 \\ 8670 \\ \hline 9826 \end{array}$$

$$17^2 = 100 + 140 + 49$$