

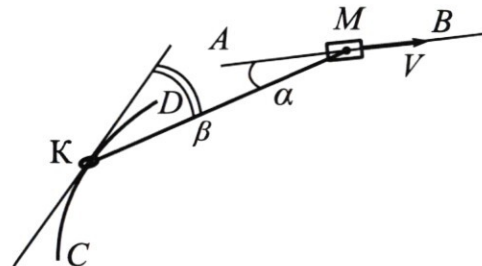
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-03

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

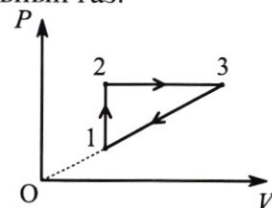
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 34$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,3$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 0,53$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/4$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 3/5$) с направлением движения кольца.



- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити 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 повышение температуры газа.
- 2) Найти в изобарном процессе отношение изменения внутренней энергии газа к работе газа.
- 3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



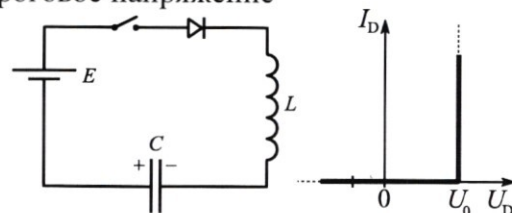
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки, радиус обкладок намного больше расстояния d между обкладками. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,3d$ от отрицательно заряженной обкладки стартует с нулевой начальной скоростью отрицательно заряженная частица и вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам со скоростью V_1 . Удельный заряд частицы $\frac{|q|}{m} = \gamma$.

- 1) Через какое время T частица будет находиться на одинаковых расстояниях от обкладок?
- 2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.
- 3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица 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.

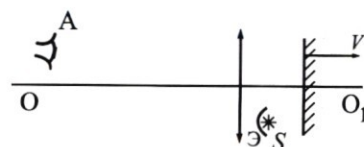
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 2$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ 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 $3F/4$ от оси OO_1 и на расстоянии плоскости $F/4$ от линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $3F/4$ 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.



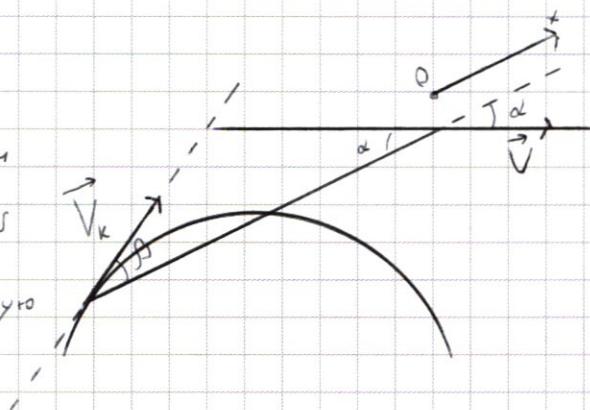
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание №1

- 1) В силу нерастяжимости нити проекции скоростей на ось Ox , параллельную нити, должны быть равны

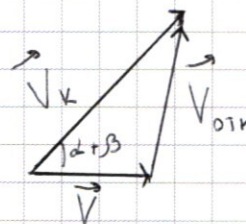
$$V \cos \alpha = V_k \cos \beta$$

$$V_k = V \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 34 \text{ см/с} \cdot \frac{15 \cdot 5}{3 \cdot 17} = 50 \text{ см/с}$$



- 2) Исходя из треугольника скоростей:

$$\vec{V} + \vec{V}_{отн} = \vec{V}_k$$



Находим, по теореме косинусов, $V_{отн}$

$$V_k^2 + V^2 - 2V_k V \cos(\alpha + \beta) = V_{отн}^2$$

$$V_{отн} = \sqrt{V_k^2 + V^2 - 2V_k V (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta)} =$$

$$= \sqrt{2500 \text{ см}^2/\text{с}^2 + 1156 \text{ см}^2/\text{с}^2 - 2 \cdot 50 \text{ см/с} \cdot 34 \text{ см/с} \cdot \left(\frac{15 \cdot 3}{17 \cdot 5} - \frac{8 \cdot 4}{17 \cdot 5} \right)} =$$

$$= 56 \text{ см/с}$$

3) Заметим, что относительно муфты, кольцо движется по окружности, за счет постоянной длины нити.

А значит, если ~~взять~~ рассмотреть систему отсчета, связанную с муфтой: (мы можем это считать, так как муфта движется равномерно)

$$a = \frac{V_{отн}^2}{R} \Rightarrow F = T = ma = \frac{m V_{отн}^2}{R}$$

$$T = \frac{m V_{отн}^2}{R} = \frac{4m V_{отн}^2}{5R} = \frac{4 \cdot 0,3 \text{ кг} \cdot (0,56 \text{ м/с})^2}{5 \cdot 0,53 \text{ м}} \approx 0,675 \text{ Н}$$

Ответ: 1) 50 см/с 2) 56 см/с 3) 0,675 Н

Задание №2

1) Повышение температуры происходит на участках цикла 1-2 и 2-3:

$$C_{12} = \frac{\Delta Q_{12}}{\Delta T_{12}} = \frac{\Delta U_{12} + A_{12}}{\Delta T_{12}} = \frac{\frac{3}{2} \sqrt{R} \Delta T_{12} + 0}{\Delta T_{12}} = \frac{3}{2} R$$

$$C_{23} = \frac{\Delta Q_{23}}{\Delta T_{23}} = \frac{\Delta U_{23} + A_{23}}{\Delta T_{23}} = \frac{\frac{3}{2} \sqrt{R} \Delta T_{23} + P_2 \Delta V_{23}}{\Delta T_{23}} = \frac{\frac{3}{2} \sqrt{R} \Delta T_{23} + \sqrt{R} \Delta T_{23}}{\Delta T_{23}}$$

$$\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{\frac{3}{2} \cdot \frac{2}{5}}{\frac{5}{2}} = \frac{3}{5} = \frac{5}{2} R$$

2) $\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \sqrt{R} \Delta T_{23}$
 $A_{23} = P_2 \Delta V_{23} = \sqrt{R} \Delta T_{23}$ (По закону Менделеева-Клапейрона)

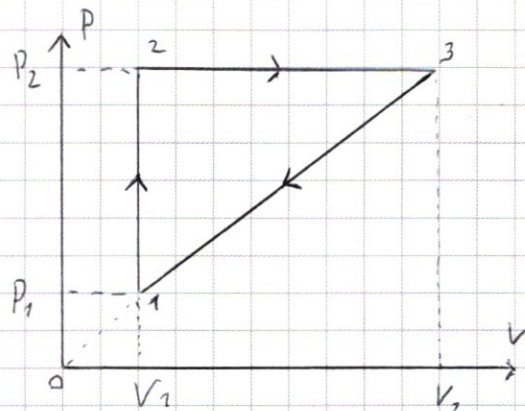
$$\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{3}{2} \sqrt{R} \Delta T_{23}}{\sqrt{R} \Delta T_{23}} = \frac{3}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$3) \quad \eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{\frac{1}{2}(P_2 - P_1)(V_2 - V_1)}{\Delta Q_{12} + \Delta Q_{23}} =$$

$$= \frac{\frac{1}{2}(P_2 V_2 - P_1 V_2 - P_2 V_1 + P_1 V_1)}{\frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} + \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23}} =$$

$$= \frac{\frac{1}{2}(P_2 V_2 - P_1 V_2 - P_2 V_1 + P_1 V_1)}{\frac{3}{2}(P_2 - P_1)V_1 + \frac{5}{2}P_2(V_2 - V_1)} = \frac{\frac{1}{2}(P_2 V_2 - P_1 V_2 - P_2 V_1 + P_1 V_1)}{\frac{3}{2}P_2 V_1 - \frac{3}{2}P_1 V_1 + \frac{5}{2}P_2 V_2 - \frac{5}{2}P_2 V_1}$$



Заметим, что $P_1 V_2 = P_2 V_1$ потому что точки 1 и 3

лежат на одном прямом с началом координат

Разделим числитель и знаменатель на $P_1 V_2$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2}\left(\frac{P_2}{P_1} + \frac{V_1}{V_2} - 2\right)}{\frac{3}{2} - \frac{3V_1}{2V_2} + \frac{5P_2}{2P_1} - \frac{5}{2}}$$

Заметим так же, что за счёт ^{прямой пропорциональности} все то же ~~линейности~~ процесса 13, $\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1} = k$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2}\left(k + \frac{1}{k} - 2\right)}{\frac{5}{2}k - \frac{3}{2k} - 1} = \frac{k + \frac{1}{k} - 2}{5k - \frac{3}{k} - 2}$$

Найдём производную по k

$$\left(\frac{k + \frac{1}{k} - 2}{5k - \frac{3}{k} - 2}\right)' = \frac{\left(1 - \frac{1}{k^2}\right)\left(5k - \frac{3}{k} - 2\right) - \left(k + \frac{1}{k} - 2\right)\left(5 + \frac{3}{k^2}\right)}{\left(5k - \frac{3}{k} - 2\right)^2} = \frac{(k-1)^2}{k^2\left(5k - \frac{3}{k} - 2\right)^2}$$

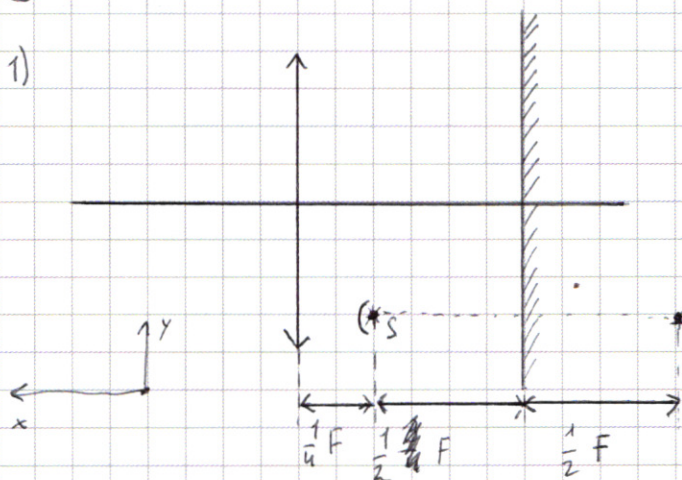
Как видим, ~~до $k=1$~~ при $k < 1$ функция убывает,
А при $k > 1$ функция возрастает и принимает значение
максимума на бесконечности:

$$\eta = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{k + \frac{1}{k} - 2}{5k + \frac{3}{k} - 2} = \frac{1}{5}$$

Ответ : 1) $\frac{3}{5}$ 2) $\frac{3}{2}$ 3) $\frac{1}{5}$

Задание №5

1)



Заметим, что в
данный момент, изображение
источника в зеркале
находится на расстоянии
 $\frac{5}{4} F$ от лчм збл.

Набдем расстояние до
изображения изображения
источника
от лчм збл.:

$$\begin{aligned} \frac{1}{d} + \frac{1}{f} &= \frac{1}{F} \\ \frac{1}{\frac{5}{4} F} + \frac{1}{f} &= \frac{1}{F} \\ \frac{1}{f} &= \frac{1}{F} - \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{F} \\ \frac{1}{f} &= \frac{1}{5F} \\ \underline{f} &= \underline{5F} \end{aligned}$$

2) Набдем зависимость $f(d)$:

и 3) $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F}$

Продифференцируем по времени:

$$v_x = \left(\frac{Fd}{d-F} \right)' = \frac{Fv \cdot (d-F) - Fd v}{(d-F)^2}$$

Где v - скорость изображения
источника в зеркале
 v_x - скорость видимого изображения вдоль x

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

ОС означим h - расстояние от видимого изображения
до главной оптической оси, тогда, учитывая, что
высота предмета равна $\frac{3}{4} F$:

$$h = \Gamma \cdot \frac{3}{4} F$$

Выразим Γ (увеличение)
через d :

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

Итого:

$$h = \frac{\frac{3}{4} F^2}{d - F}$$

Продифференцируем по времени:

$$v_x = \left(\frac{\frac{3}{4} F^2}{d - F} \right)' = \frac{-\frac{3}{4} F^2 v}{(d - F)^2}$$

v_x - скорость
видимого изображения
по оси Ox

В данный момент времени:

$$d = \frac{5}{4} F \quad v = 2V \quad (V - \text{скорость зеркала})$$

Тогда

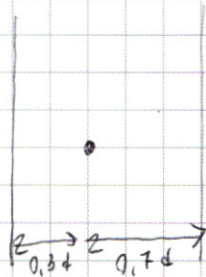
$$v_{\text{изобр}} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{\left(\frac{F \cdot 2V \cdot \frac{3}{4} F - F \cdot \frac{5}{4} F \cdot 2V}{\frac{1}{16} F^2} \right)^2 + \left(\frac{-\frac{3}{4} F^2 \cdot 2V}{\frac{1}{16} F^2} \right)^2} =$$

$$= \sqrt{32^2 V^2 + 24^2 V^2} = 40V$$

$$tg \alpha = \frac{v_x}{v_y} = \frac{-\frac{3}{4} F^2 \cdot 2V \cdot \frac{1}{16} F^2}{\frac{1}{16} F^2 (F \cdot 2V \cdot \frac{1}{4} F - F \cdot \frac{5}{4} F \cdot 2V)} = \frac{\frac{3}{2}}{2} = \frac{3}{4}$$

Ответ: 1) 5 F 2) ~~10V~~ 3) 40V
 $tg \alpha = \frac{3}{4}$

Задача №3



1) Пусть E — напряженность поля внутри конденсатора, тогда, по 2 закону Ньютона:

$$Eq = ma \Rightarrow a = \frac{Eq}{m}$$

При $v_0 = 0$

Как видим ускорение постоянное

$$\frac{V_1^2}{2a} = 0,7d$$

$$2a = \frac{V_1^2}{0,7d} \Rightarrow a = \frac{V_1^2}{1,4d}$$

Частица будет посередине между обкладками

при $S = 0,2d$:

$$\frac{aT^2}{2} = 0,2d \Rightarrow \frac{V_1^2 T^2}{2 \cdot 1,4d} = 0,2d \Rightarrow T^2 = \frac{0,56d^2}{V_1^2}$$

$$T = \frac{d}{10V_1} \cdot \sqrt{56} = \frac{d}{5V_1} \cdot \sqrt{14}$$

2) $Q = CU = CEd = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d} \cdot E \cdot d = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d} \cdot \frac{Q}{\epsilon_0 S}$

Приравняем значения ускорений

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{Eq}{m} = \frac{V_1^2}{0,414d} \Rightarrow E = \frac{V_1^2 m}{1,414q} =$$

Ответ: 1) $\frac{\sqrt{14} d}{5V_1}$

Задание №4

1) Сразу после замыкания ключа, падение напряжения на диоде 1 В , а на катушке $\mathcal{E} + U_1 - U_0 = 7\text{ В}$

А значит:

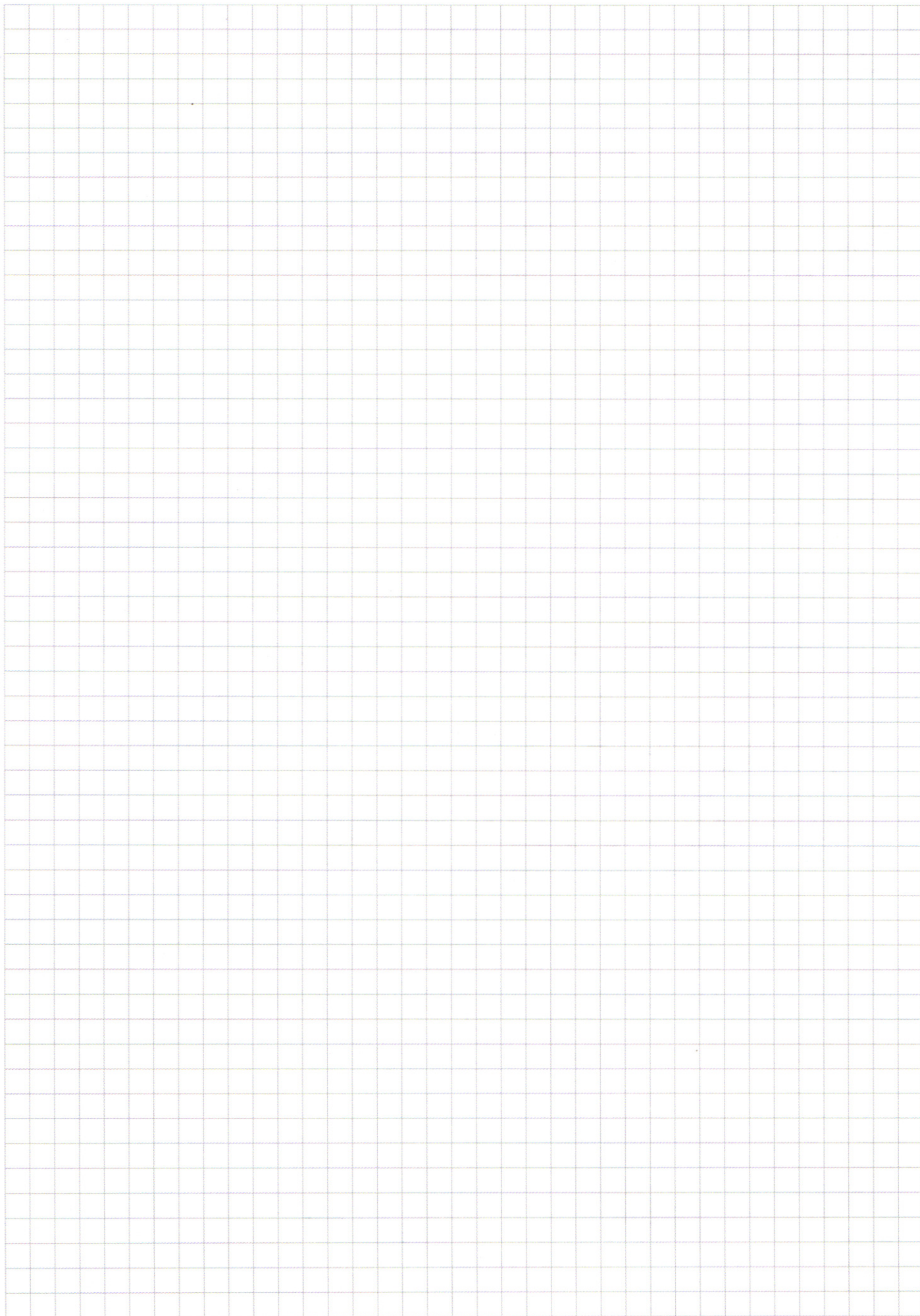
$$\mathcal{E} + U_1 - U_0 = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\mathcal{E} + U_1 - U_0}{L} = \frac{7\text{ В}}{0,1\text{ Гн}} = \underline{70\text{ А/с}}$$

3) Установившееся напряжение на конденсаторе будет такое, чтобы падение напряжения на катушке было равно нулю, то есть 6 В

Ответ: 1) 70 А/с

3) 6 В



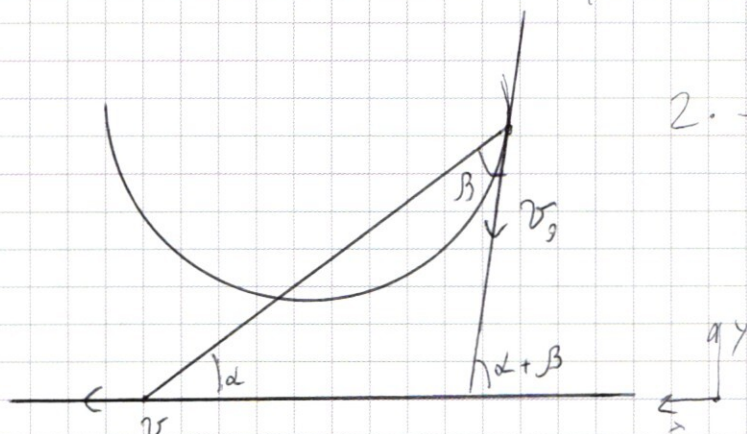
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

а) $\frac{v}{v_0} = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$

$$v \cos \alpha = v_0 \cos \beta \Rightarrow v_0 = v \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$\begin{array}{r} 34 \\ 534 \\ 136 \\ 192 \\ \hline 1150 \end{array}$$

б)



$$2 \cdot \frac{5 \cdot 5}{1}$$

$$45 - 32 = 13$$

$$v_{x011} = v_0 \cos(\alpha + \beta) - v$$

$$v_{y011} = -v_0 \sin(\alpha + \beta)$$

$$2 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 13 = 520$$

$$v_{011} = \sqrt{v_0^2 \cos^2(\alpha + \beta) - 2v_0 \cos(\alpha + \beta)v + v^2 + v_0^2 \sin^2(\alpha + \beta)}$$

$$= \sqrt{v_0^2 - 2v_0 v \cos(\alpha + \beta) + v^2}$$

Можно теорема косинусов

$$\begin{array}{r} 17 \\ 17 \\ \hline 119 \\ 17 \\ \hline 289 \\ 225 \\ \hline 264 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2500 \\ - 1156 \\ \hline 1344 \\ - 520 \\ \hline 824 \\ 28 \\ \hline 28 \\ \hline 224 \\ 56 \\ \hline 184 \end{array}$$

б) $a = \frac{v^2}{l} \Rightarrow F = \frac{mv^2}{l}$

$$1 - \frac{225}{289} = \sqrt{\frac{64}{289}} = \frac{8}{17}$$

$$\begin{array}{r} 34 \\ \times 34 \\ \hline 136 \\ 102 \\ \hline 1156 \end{array}$$

$$45 - 32 = 13$$

$$2 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 13 = 52 \cdot 10 = 520$$

$$\begin{array}{r} 2500 \\ + 1156 \\ \hline 3656 \\ - 520 \\ \hline 3136 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3136 : 2 \\ 1568 \quad 2 \\ 784 \quad 2 \\ 392 \quad 2 \\ 196 \quad 2 \\ 98 \quad 2 \\ 49 \quad 2 \\ 7 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1568 : 2 \\ 784 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 784 : 2 \\ 392 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 392 : 2 \\ 196 \\ 10 - 18 \quad 98 : 2 \\ 18 \quad 168 \\ 12 \quad 16 \quad 18 \quad 149 \end{array}$$

$$2^6 \cdot 7^2$$

$$\begin{array}{r} 64 \\ \times 42 \\ \hline 576 \\ 256 \\ \hline 3136 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,56 \\ \times 0,56 \\ \hline 0,3136 \end{array}$$

$$2^3 \cdot 7 = 8 \cdot 7 = 56$$

$$8 \frac{1}{2} - 2 = 6 \frac{1}{2}$$

$$4 \cdot 0,3 \text{ кг} \cdot 3136 \text{ см}^2/\text{с}^2$$

$$5 \cdot 53 \text{ см}$$

$$\frac{2^8 \cdot 7^2 \cdot 3}{2 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 53}$$

$$4 \cdot 0,3 = 1,2$$

$$\begin{array}{r} 1,2 : 5 \\ 10 \overline{) 29} \\ 20 \\ \hline 9 \end{array}$$

$$0,24 : 0,53$$

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

$$6 \frac{1}{2} = 6,5$$

$$\left(1 - \frac{1}{k^2}\right) \left(5k - \frac{3}{k} - 2\right) = \left(k + \frac{1}{k} - 2\right) \left(5 + \frac{3}{k^2}\right) =$$

$$= 5k - \frac{3}{k} - 2 - \frac{5}{k} + \frac{3}{k^3} + \frac{2}{k^2}$$

$$\frac{5k - 2}{5k - 2}$$

$$1 - \frac{1}{k^2}$$

$$5 + \frac{3}{k^2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\cancel{5k} - \frac{3}{k} - 2 - \frac{5}{k} + \frac{\cancel{3}}{\cancel{k^3}} + \frac{2}{k^2} = \cancel{5k} - \frac{3}{k} - \frac{5}{k} - \frac{\cancel{3}}{\cancel{k^3}} + 10 + \frac{6}{k^2} =$$

$$= \frac{6}{k^2} - \frac{8}{k} - \frac{10}{k} + \frac{2}{k^2} + 8 =$$

$$= \frac{8}{k^2} - \frac{16}{k} + 8 = 0$$

$$\frac{8 - 16k + 8k^2}{k^2} = 0$$

8k²

$$\frac{k^2 - 2k + 1}{k^2} = 0$$

$$k = 2 \quad \frac{1}{4}$$

$$\frac{(k-1)^2}{k^2} = 0$$

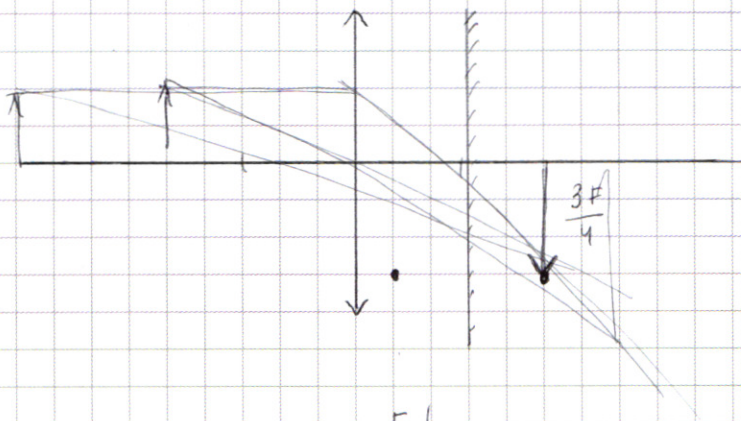
$$k = 1$$

12

$$\frac{2 \cdot \frac{1}{4}}{\frac{1}{4}} = 1$$

$$\frac{1}{2} + 2 = 2$$

$$\frac{5}{2} - 6 - 2$$



$$H = \Gamma \cdot d = \frac{Fd}{d - F}$$

$$Fd$$

$$- \frac{3}{2} F^2 V$$

$$\frac{1}{2} 16 \left(\frac{1}{2} V - \right.$$

$$1,2 \cdot 0,56 =$$

$$16 \left(\frac{1}{2} V - \frac{4}{2} V \right)$$

$$- 32 V$$

$$\begin{array}{r} 56 \\ \times 12 \\ \hline 112 \\ 56 \\ \hline 672 \\ 6 \end{array}$$

н

$$0,672$$

$$32 = 4 \cdot 8$$

$$\times 32$$

$$32^2 V^2 + 24^2 V^2 \cdot 16 \cdot \frac{3}{2} V = - 24 V$$

$$E_d =$$

$$q = C U$$

$$Q = C E_d$$

$$Q = \frac{\epsilon \epsilon_0 d}{40} \cdot \frac{Q}{8d}$$

$$\frac{Q}{\epsilon_0 d} \cdot \frac{\epsilon \epsilon_0 d}{d}$$

$$\frac{\Gamma q}{m} = \frac{V_1^2}{0,7d}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

(1/2)

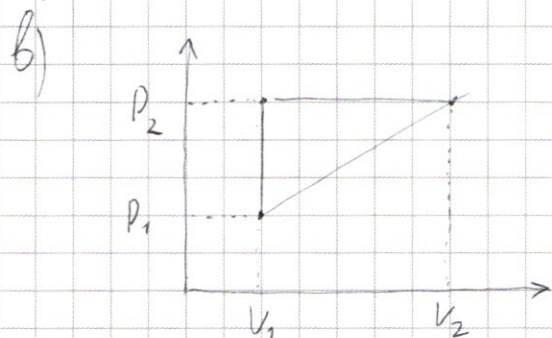
$$a) C_{12} = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{\frac{3}{2} \gamma R \Delta T}{\Delta T} = \left(\frac{3}{2} R \right)$$

$$C_{23} = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{\frac{3}{2} \gamma R \Delta T + P \Delta V}{\Delta T} = \frac{\frac{3}{2} \gamma R \Delta T + \gamma R \Delta T}{\Delta T} = \left(\frac{5}{2} R \right)$$

б) T_{ex} макс

$$k = 2,8$$

$$\gamma = 0,2$$



$$A = \frac{1}{2} (P_2 - P_1) (V_2 - V_1) =$$

$$= \frac{1}{2} (P_2 V_2 - P_2 V_1 - P_1 V_2 + P_1 V_1)$$

$$\eta = \frac{P_2 V_2 - P_2 V_1 - P_1 V_2 + P_1 V_1}{\frac{5}{2} P_2 V_2 - P_2 V_1 - P_1 V_2 - \frac{1}{2} P_1 V_1} =$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} P_2 V_2 - \frac{3}{2} P_1 V_1$$

$$\eta = \frac{P_2 V_2 - P_2 V_1 - P_1 V_2 + P_1 V_1}{\frac{5}{2} P_2 V_2 - P_2 V_1 - P_1 V_2 - \frac{1}{2} P_1 V_1}$$

$$= \frac{\frac{P_2}{P_1} - 2 + \frac{V_1}{V_2}}{\frac{5}{2} \frac{P_2}{P_1} - 2 + \frac{V_1}{V_2}} = \frac{\frac{V_2}{V_1} - 2 + \frac{V_1}{V_2}}{\frac{V_2}{V_1} - 2 + \frac{V_1}{V_2}}$$

$E \cdot 0,7d =$

$$E q 0,7d = \frac{m v^2}{2}$$

$$E \frac{q}{m} 0,7d = \frac{m v^2}{2}$$

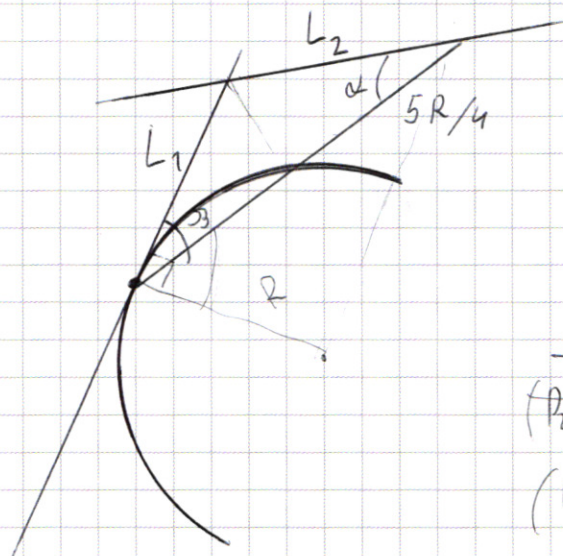
$$\frac{q d}{\epsilon_0 \epsilon} \cdot \frac{\epsilon_0 \epsilon}{d} =$$

$$\frac{k - 2 + \frac{1}{k}}{\frac{5}{2} k - 2 - \frac{1}{2k}} \left(\sqrt{k} + \frac{1}{\sqrt{k}} \right)^2$$

$$E = \frac{m v^2}{1,4 q d} = \frac{q}{\epsilon_0 \epsilon}$$

$$U = \frac{m v^2}{1,4 q}$$

(q.d)



$$q \frac{Q}{\epsilon_0 S} d = \frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{(P_2 - P_1)/(V_2 - V_1)}{(P_2 - P_1)/(V_2 - V_1)} \quad \frac{\Delta P}{\Delta V}$$

$$\frac{3}{2} \Delta PV_1 + \frac{5}{2} P_2 \Delta V$$

$$\frac{L_1}{\sin \alpha} = \frac{L_2}{\sin \beta}$$

$$\frac{\Delta P}{\Delta V}$$

$$\left(\frac{u}{v}\right)' = u' \cdot v^{-1} =$$

$$\frac{3}{2} \Delta Rot = \frac{3}{2} \Delta PV$$

$$= u' v^{-1} + u v^{-1}' =$$

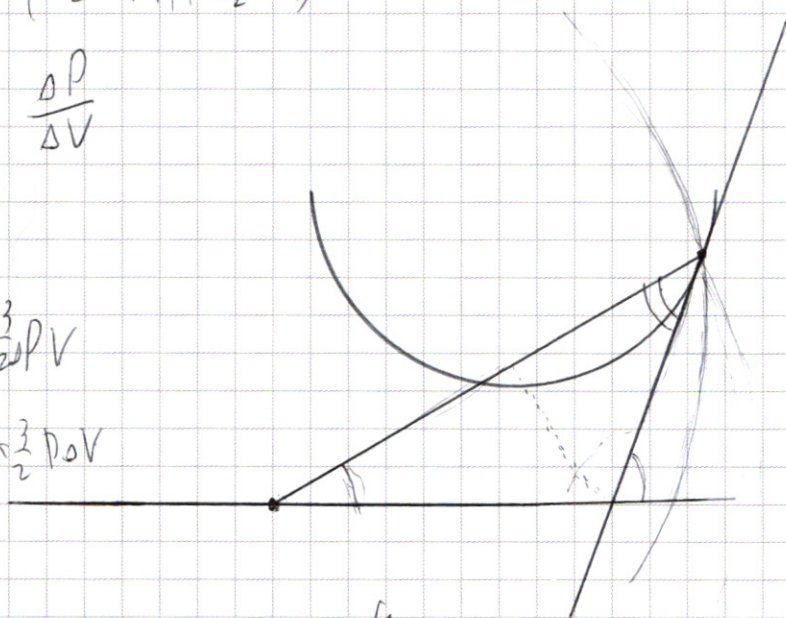
$$= u' v^{-1} - u v^{-2} v'$$

$$\frac{u' v - u v'}{v^2}$$

$$V \cos \alpha = V_x \cos \beta$$

$$(u) \quad a) \quad u = L \frac{p - \bar{t}}{\Delta T}$$

$$(P_2 - P_1) (V_2 - V_1)$$



через проекции

$$\frac{\Delta T_{23}}{\frac{5}{2} \Delta T_{23} + \Delta T_{12}} =$$

$$\frac{5}{2} \Delta T_{23} + \frac{3}{2} \Delta T_{12}$$

$$\frac{2F^2}{F} = 2F$$

$$\frac{3F^2}{2F} = \frac{3}{2} F$$

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

$$f = \frac{d}{d - F} \quad \frac{10F^2}{9F}$$

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