

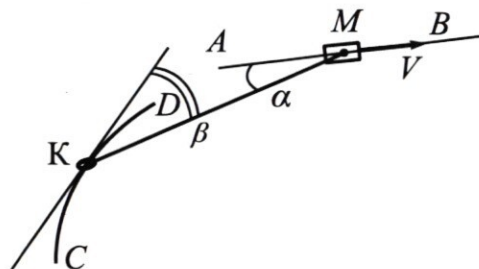
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-04

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

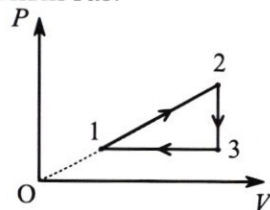
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной 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.

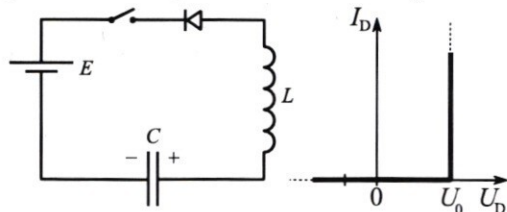
- 1) Найдите удельный заряд частицы $\gamma = \frac{|q|}{m}$.
- 2) Через какое время T после влета в конденсатор частица вылетит из него?
- 3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

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.

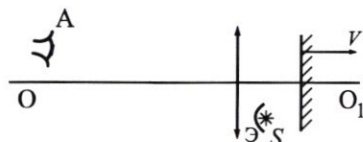


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник 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?

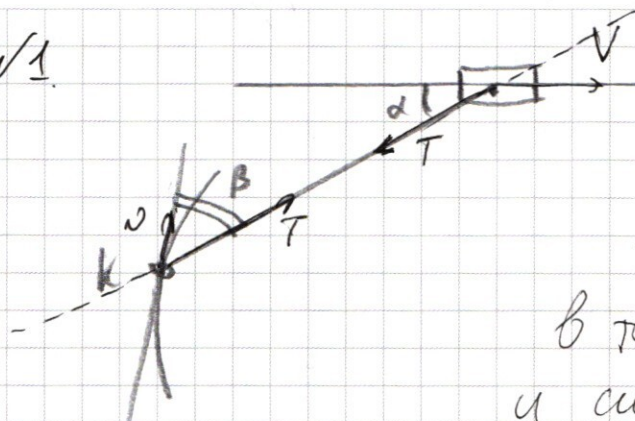
2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)

3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

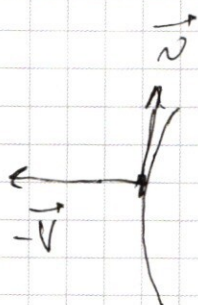
№1.



Поскольку канато-
убытается, сила натяжения
троса T неизменна. Если, что
в таком случае трос натянут
и силу передавать может только
вдоль себя. Тогда проекции скорости
мудры и каната на прямую троса

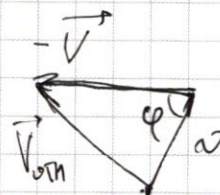
должны быть равны, то есть $V \cos \alpha = u \cos \beta$,
откуда $u = V \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = \text{мкс} \cdot \frac{0,8}{\frac{1}{17}} = 3,4 \text{ мкс}$.

2) Относительно мудры к скорости $\vec{u}$ добавится вектор спо-
рости относительно $-\vec{V}$:



рисунком тогда следующий:

где $\varphi = \alpha + \beta$



Итак, у нас, что α и β — углы в
треугольнике, который по закону Пифагора, можно

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \left(\frac{1}{5}\right)^2} = 0,6 \text{ и } \sin \beta = \sqrt{1 - \left(\frac{1}{17}\right)^2} = \frac{15}{17}; |\vec{u}| = 3,4, |\vec{V}| = V = 2; \text{ тогда}$$

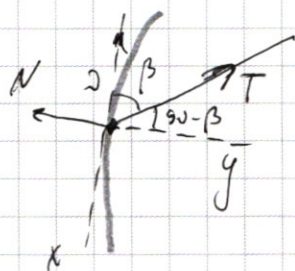
$|\vec{V}_{отн}| = V_{отн}$ найдем по теореме косинусов

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

$$\cos(2+\beta) = \cos 2 \cos \beta - \sin 2 \sin \beta = \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{3}{5} \cdot \frac{15}{17} = -\frac{13}{5 \cdot 17} \quad 0,52$$

$$V_{отн}^2 = 2^2 + 3,4^2 - 2 \cdot 2 \cdot 3,4 \cdot \left(-\frac{13}{5 \cdot 17}\right) = 4 + 4 \cdot 2,87 + 4 \cdot \cancel{0,52} = 4 \cdot 4,51 \Rightarrow V_{отн} = 2 \cdot 2,1 = 4,2 \text{ (м/с)}$$

3) Рассмотрим колебу:



Проецируя на оси x и y, получим, что:

$$m a_{тан} = T \cos \beta$$

$$m \frac{v^2}{R} = T \sin \beta - N$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1/2 Известный факт, что при постоянном объеме и давлении теплоемкости определяются как:

$$C_v = \frac{i}{2} R, \quad C_p = \frac{i+2}{2} R$$

Мы прекрасно знаем, как выглядит потеря, и знаем, что температуры в точках 1, 2, 3 соотносятся так:

$$T_2 > T_3 > T_1, \text{ это можно так же записать как } T_2 > T_3 > T_1$$

Значит, температура в конечном будет падать именно при изотермическом и адиабатическом процессах. Тогда искоемое отношение теплоемкостей равно

$$\frac{C_p}{C_v} = \frac{i+2}{i} = \frac{3+2}{3} = \frac{5}{3}$$

2) Процесс 1→2: $A = (p_2 V_2 - p_1 V_1) \cdot \frac{1}{2}$ (p_i, V_i, T_i - давление, объем и температура в точке с i-тым индексом)

$$A = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1 - p_2 V_1 + p_1 V_2}{2}$$

В силу прямой пропорциональности

$$\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2} \Rightarrow p_1 V_2 = p_2 V_1, \text{ и } A_{12} = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{2}$$

По закону Менделеева - Клапейрона $pV = \nu RT \Rightarrow T = \frac{pV}{\nu R}$

$$\text{Тогда } \Delta U_{12} = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \cdot \nu R \cdot \left(\frac{p_2 V_2}{\nu R} - \frac{p_1 V_1}{\nu R} \right) = 1.5 (p_2 V_2 - p_1 V_1) = 3 A_{12}$$

Искомое отношение $\frac{\Delta U}{A} = \frac{1.5}{0.5} = 3$

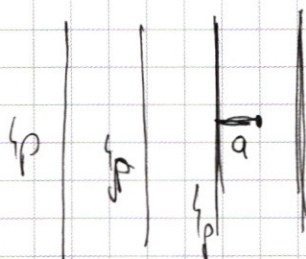
Ответ: 1) $\frac{5}{3}$ или $\frac{3}{5}$; 2) 3

$$q = \frac{q_0}{r}, \quad E = \frac{kq}{r^2}$$

$$U = \mathcal{E}$$

$$Er = \mathcal{E}$$

$$U = \int_a^{\infty} E dr$$



$$E = \frac{Q}{2\pi a \epsilon_0} + \frac{Q}{2\pi \epsilon_0} \cdot \frac{1}{3r}$$

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{5} = \frac{12}{35}$$

$$\frac{1}{a} \left(1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{5} + \frac{1}{7} + \frac{1}{9} \dots \right)$$

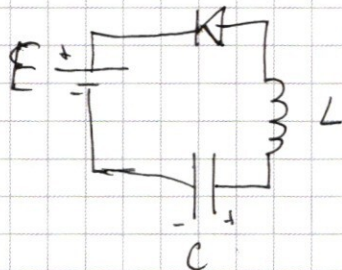
$$\begin{array}{r} \times 176 \\ 3 \\ \hline 528 \\ + 35 \\ \hline 563 \end{array}$$

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{35} = \frac{140 + 36}{105} = \frac{176}{105} + \frac{1}{9}$$

$$\frac{176}{105} + \frac{1}{9} = \frac{176 \cdot 3 + 35}{315} = \frac{528 + 35}{315} = \frac{563}{315}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4. Ясно, что если есть ток через диод, то на нем всегда будет падение напряжения U_0 . Ток через диод течет только в одну сторону.



Тогда сразу после замыкания ключа ток равен нулю, напряжение на катушке равно $U_L = LI'$ и по 3-му закону Кирхгофа оно равно $U_C - U_0 - E = 9 - 1 - 6 = 2\text{В}$, т.е. перераспределение зарядов еще не произошло. Откуда скорость увеличения тока $I' = \frac{U_L}{L} = \frac{2\text{В}}{0,4\text{Гн}} = \frac{20}{4} = 5\text{А/с}$.

2) Максимальный ток будет тогда, когда закончится его рост, то есть $I = 0$; тогда $U_L = 0$, тогда по 3-му закону Кирхгофа $U_C = U_3 = E + U_0 = 7\text{В}$. По ЗСЭ: $E_0 = E_k + A$, $Aq = C(U_1 - U_3) = C \cdot (9\text{В} - 7\text{В}) = C \cdot 2 = 20\text{мкКл}$.

$$E_0 = E_c = \frac{Cv^2}{2} = \frac{10 \cdot 10^{-6} \cdot 9^2}{2} = 40,5 \cdot 10^{-5} = 4,05 \cdot 10^{-4}\text{ Дж}$$

Когда напряжение U_C стало 7В, источник совершил кратковременную работу, равную $E_{\text{ист}}$, увеличившую энергией; $1A = E_{\text{ист}} = 6\text{В} \cdot 20\text{мкКл} = 120 \cdot 10^{-6}\text{ Дж} = 1,2 \cdot 10^{-4}\text{ Дж}$

Энергия на конденсаторе составит $\frac{CU_3^2}{2} = \frac{10^{-5} \cdot 7^2}{2} = 24,5 \cdot 10^{-5}$

$$= 2,45 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$$

Оставшаяся энергия затрачена в катушке,

$$E_L = \frac{LI^2}{2} = E_0 - E_{C_3} - A = 1,05 \cdot 10^{-4} - 24,5 \cdot 10^{-5} - 1,2 \cdot 10^{-4}$$

$$= 0,4 \cdot 10^{-4} \text{ Дж} \Rightarrow I^2 = \frac{2E_L}{L} = \frac{2 \cdot 0,4 \cdot 10^{-4}}{0,4} = 2 \cdot 10^{-4} \Rightarrow I = \sqrt{2} \cdot$$

$$10^{-2} \text{ А} = 1,41 \cdot 10^{-2} \text{ А}$$

3. Когда напряжение установится, через катушку тока не будет; тогда работаем с ЗЗТ. Относительное изменение напряжения U_2 .

$$\Delta q = C(U_1 - U_2), \Delta \varphi = E \Delta q = EC(U_1 - U_2)$$

$$\Delta E_C = E_{C_1} - E_{C_2} = \frac{CU_1^2}{2} - \frac{CU_2^2}{2} = \frac{C}{2}(U_1 - U_2)(U_1 + U_2)$$

$$\text{По ЗЗТ: } EC(U_1 - U_2) = \frac{C}{2}(U_1 - U_2)(U_1 + U_2)$$

$U_2 = U_1$ — не подходит по смыслу.

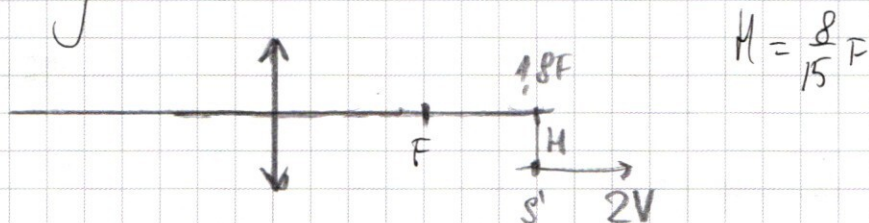
$$\text{тогда } U_1 + U_2 = 2E \Rightarrow U_2 = 2E - U_1 = 12 - 9 = 3 \text{ В}$$

Ответы 1/ 5 А; 2/ $\sqrt{2} \cdot 10^{-2} \text{ А}$; 3/ 3 В.

15. По сути, линзу освещает изображение источника в зеркале. Вся эта система с точки зрения оптики имеет эквивалент, когда ~~источник~~ изображение источника движется от линзы со скоростью $2V$. В момент, когда расстояние от линзы до зеркала $1,2 \text{ м}$, от линзы до S — $0,6 \text{ м}$, от зеркала до S — $0,6 \text{ м}$ ($1,2 \text{ м} - 0,6 \text{ м}$), и изображение на таком же расстоянии, но по другую сторону, то есть от линзы изображение стоит на $1,2 + 0,6 = 1,8 \text{ м}$; по высоте — все те же $\frac{2}{15} \text{ м}$ от OO_1 .

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Нарисуем



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

1) Для цепи уравнение S' - действительное, тогда

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{F} + \frac{1}{d} \Rightarrow \frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{1.8F} = \frac{1}{F} - \frac{1}{1.8F} \Rightarrow d = \frac{1.8F}{8} = \frac{9}{4} F$$

2) Пусть прошло время t , тогда

$$\text{тогда } f' = 1.8F + 2Vt, \text{ тогда } d' = F \frac{1.8F + 2Vt}{0.8F + 2Vt} = \frac{9}{4} F - \frac{25tVF}{4(2F + 5tV)}$$

$$h_0 = H \cdot \frac{d}{f} = \frac{2}{3} F$$

$$h'_0 = H \cdot \frac{d'}{f'} = \frac{8}{15} F \cdot \frac{F(1.8F + 2Vt)}{1.8F + 2Vt} = \frac{8}{15} F \cdot \frac{F}{0.8F + 2Vt} = \frac{8}{3} F - \frac{10tVF}{3(2F + 5tV)}$$

$$\text{тогда } \Delta d = \frac{25}{4} \cdot \frac{tVF}{2F + 5tV}, \Delta h_0 = \frac{10}{3} \cdot \frac{tVF}{2F + 5tV}, \text{ тогда } \lg 2 =$$

$$\frac{\Delta h_0}{\Delta d} = \frac{\frac{10}{3}}{\frac{25}{4}} = \frac{10 \cdot 4}{3 \cdot 25} = \frac{2 \cdot 4}{3 \cdot 5} = \frac{8}{15}$$

$$\text{Поэтому } t \rightarrow 0, \text{ то } \alpha_d = \frac{\Delta d}{F} = \frac{25VF}{4(2F + 5tV)} = \frac{25VF}{8F} = \frac{25}{8} V$$

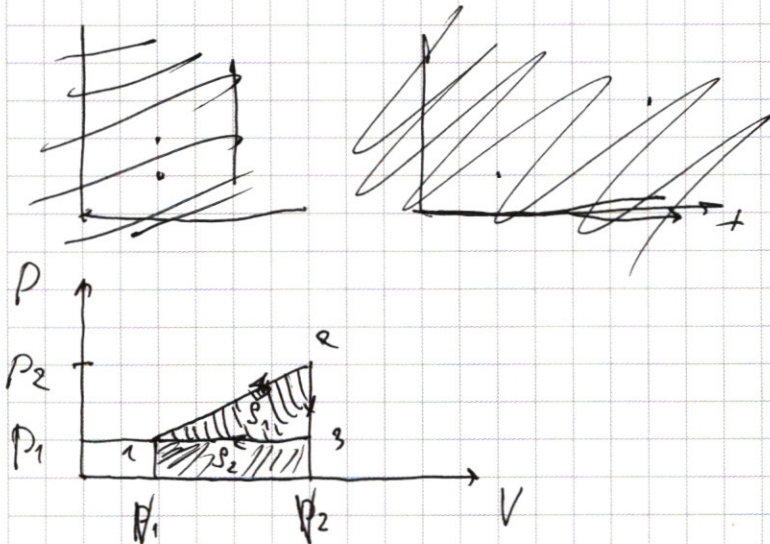
$$\beta_h = \frac{\Delta h_0}{F} = \frac{10VF}{3(2F + 5tV)} = \frac{10}{6} V = \frac{5}{3} V$$

$$\text{тогда общее смещение равно } V_0 = \sqrt{\left(\frac{5}{3} V\right)^2 + \left(\frac{25}{8} V\right)^2} =$$

$$= 5V \sqrt{\frac{1}{9} + \frac{25}{64}} = 5V \cdot \frac{5}{24} = \frac{65}{24} V$$

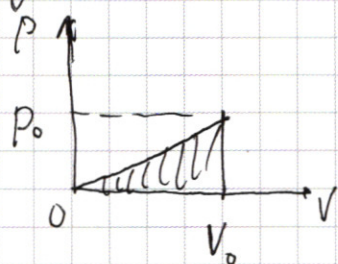
Ответы: 1) $\frac{9}{4} F$, 2) $\lg 2 = \frac{8}{15}$, 3) $V_0 = \frac{65}{24} V$

2.3. КПД - есть отношение полезной работы к затраченной;



Тогда $\text{КПД} = \eta = \frac{A_{\text{полез}}}{A_{\text{зат}}} = \frac{P_1}{Q} = \frac{P_1}{P_1 + P_2 + P_3}$

Для получения максимальной КПД минимизируем затраченную работу, где $P_2 = 0$, $P_3 = 0$.



$$Q = A + \Delta U$$

$$A = \frac{P_0 V_0}{2}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} (P_0 V_0 - 0) = 1.5 P_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{0.5 P_0 V_0}{2 P_0 V_0} = 0.25, \text{ или } 25\%$$

Ответ: 3) ~~11~~ 25%

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) Сетку рассматриваем как глянцевые тонкие кристаллы, соединяемые в себе жаростойким стеклом Магнате А.

$$\epsilon_{\text{поляризации}} = \frac{P}{2\pi r \epsilon_0}, \text{ где } \rho - \text{поверхностная плотность заряда, } r - \text{радиус}$$

go wrong.

Помните, что частица влетает ровно в центр квадратной сетки ровно в центр серединки квадрата. Тогда ~~направление~~ можно поделить сетку на вертикальные и горизонтальные линии. Поскольку сторона квадрата много больше расстояния между отклонениями, можно считать, что на ее $\frac{1}{2}$ между линиями одинаково, а ~~снаружи нет, т.е. суживающая линия, суживающая~~ ~~к 0,5~~

$$U = E \cdot d \Rightarrow E = \frac{U}{d}$$

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

$$E_0 = \frac{mv_1^2}{2}, \text{ Ansatz } F_{\text{el}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{r^2} = F. \text{ also } = 0,349, \text{ nur } 2$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = 0.8Uq \Rightarrow \frac{|q|}{m} = \frac{v_1^2}{2 \cdot 0.8U} = \gamma^2 \frac{v_1^2}{1.6U}$$

$$3 \text{ cm} \quad 2 \quad 1 \quad m \quad 2.984 \quad 1.60$$

$$\Delta p = m v_1 = F \cdot r = E g r \Rightarrow r = \frac{m v_1}{E g}; \text{ force between or between}$$

по формуле E_g и по формуле, то есть $\frac{2mV_d}{E_g} = \frac{2mV_d}{U_g}$

~~Электрическая сила зависит от расстояния до Γ отки
Электростатическая, то можно считать поле на расстоянии
 Γ от движущейся обкладки равным~~

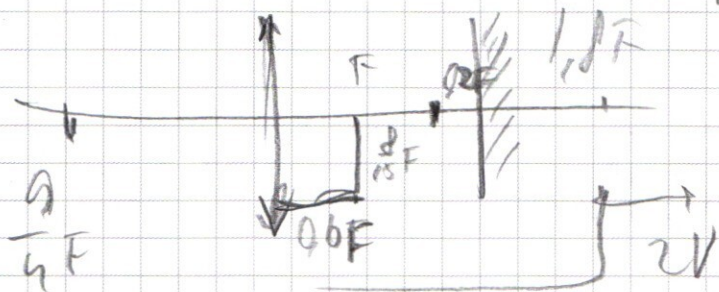
~~При скорости малой скорости на расстоянии от
конденсатора сетка ведет себя как плоскость,
значит, можно считать, что поле конденсатора — 0.~~

~~Тогда скорость V и равна скорости V и скорости
на удалении~~

По сути, при таком движении частица будет совершать
колебания, и на большом расстоянии разорвется и пойдет
откуда к конденсатору; тогда на расстоянии большого расстоя-
ния — скорость 0, потому что сила притяжения ее будет меньше, чем отталки-
вание, вот и картина.

Ответы 1) $\frac{V_0^2}{16U}$; 2) $\frac{2mV_0d}{Uq}$, 3) 0.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$r = \frac{f}{d} = \frac{\frac{1}{0,8F + 2V}}{\frac{F(2,8F + 2V)}{0,8F + 2V}} = \frac{0,8F + 2V}{F}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{0,5F} + \frac{1}{0,5F + 2 + 11}$$

$$T_z \frac{H}{h} = \frac{f}{d} = \frac{f}{5} \Rightarrow h = \frac{H \cdot 5}{f} = \frac{8 \text{ F}}{41.83} = \left(\frac{8}{41.83} \text{ F} \right)$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} + \frac{1}{18F} = \frac{0,37}{1,8F}$$

$$d = \frac{18}{8} F = \left(\frac{9}{4} F \right)$$

$$F \left(\frac{Q_1 \delta F + 2U + F}{Q_1 \delta F + 2U} \right)^2$$

$$\frac{I}{F} = \frac{1}{1,8F + 24N} + \frac{1}{d}$$

$$\Delta d = \frac{2F}{0,3F + 2V} \left(1 + \frac{F + \frac{20}{J} + \frac{20}{J} + V}{0,3F + 2V} \right)$$

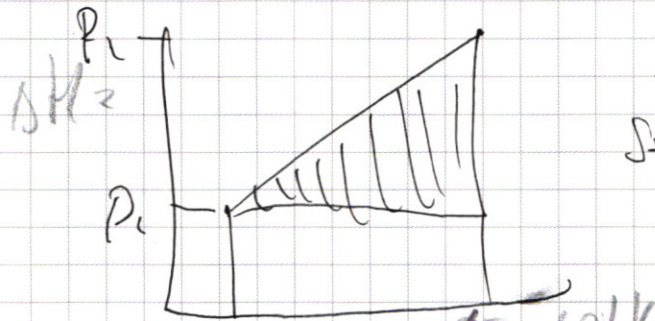
$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{1.8F + 24V} \quad F(1 - \frac{24}{1.8F + 24V}) = \frac{10}{4} \quad \frac{0.8(F + 20)V}{0.8F + 20V} = 2.5$$

$$\frac{1,8F + 2 + V - F}{F(1,8F + 2 + V)} = \frac{0,8F + 2 + V}{F(1,8F + 2 + V)} \quad | \cdot F$$

$$\frac{9}{4} F = F -$$

∴

$$Ad \frac{2,5 + VF}{0,9F + 2 + V} = \frac{25 + VF}{8F + 20 + V} = \frac{25 + VF}{4(2F + 5 + V)}$$

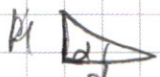
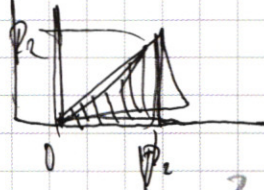


$$\frac{P}{S + \cancel{AV} + DV}$$

$$\frac{64 + 225}{9 \cdot 64} = \frac{2 \cdot 89}{9 \cdot 64}$$

$$= \frac{17}{3 \cdot 8}$$

$$\frac{8F^2 V_1}{12F + 30 + V} - \frac{2F^2 V_2}{3} = \frac{-20F + V}{12F + 30 + V} = \frac{10F + V}{6F + 15 + V}$$



$$\lg 2 = \frac{1}{9} = \frac{10}{3} ; \frac{25}{4} = \frac{104}{3 \cdot 28} = \frac{104}{84} = \frac{13}{10.5}$$

$$1 - (1) \cdot S_1 + DV_1 + \frac{3(2F + 5 + V)}{6F}$$

$$2 - 3 - \cancel{AV} = \frac{13}{10.5} = \frac{13}{10.5} = \frac{13}{10.5}$$

$$A = S_2$$

$$Q =$$

$$A = p_1 V \frac{DV}{2}$$

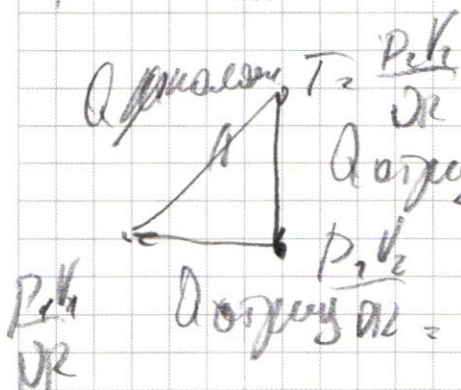
$$DU = \frac{3}{2} \Delta T = \frac{3}{2} (pV - 0) = 1,0 pV$$

$$\frac{0,5}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\eta = \frac{Q_H - Q_C}{Q_H}$$

$$Q_H = 2(p_2 V_2 - p_1 V_1)$$



$$Q_{отр} = \frac{3}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$Q_{отр} = p_1(V_2 - V_1) + \frac{3}{2}(p_1 V_2 - p_1 V_1)$$

$$p_1 V_2 - p_1 V_1 + 1.5 p_1 V_2 - 1.5 p_1 V_1$$

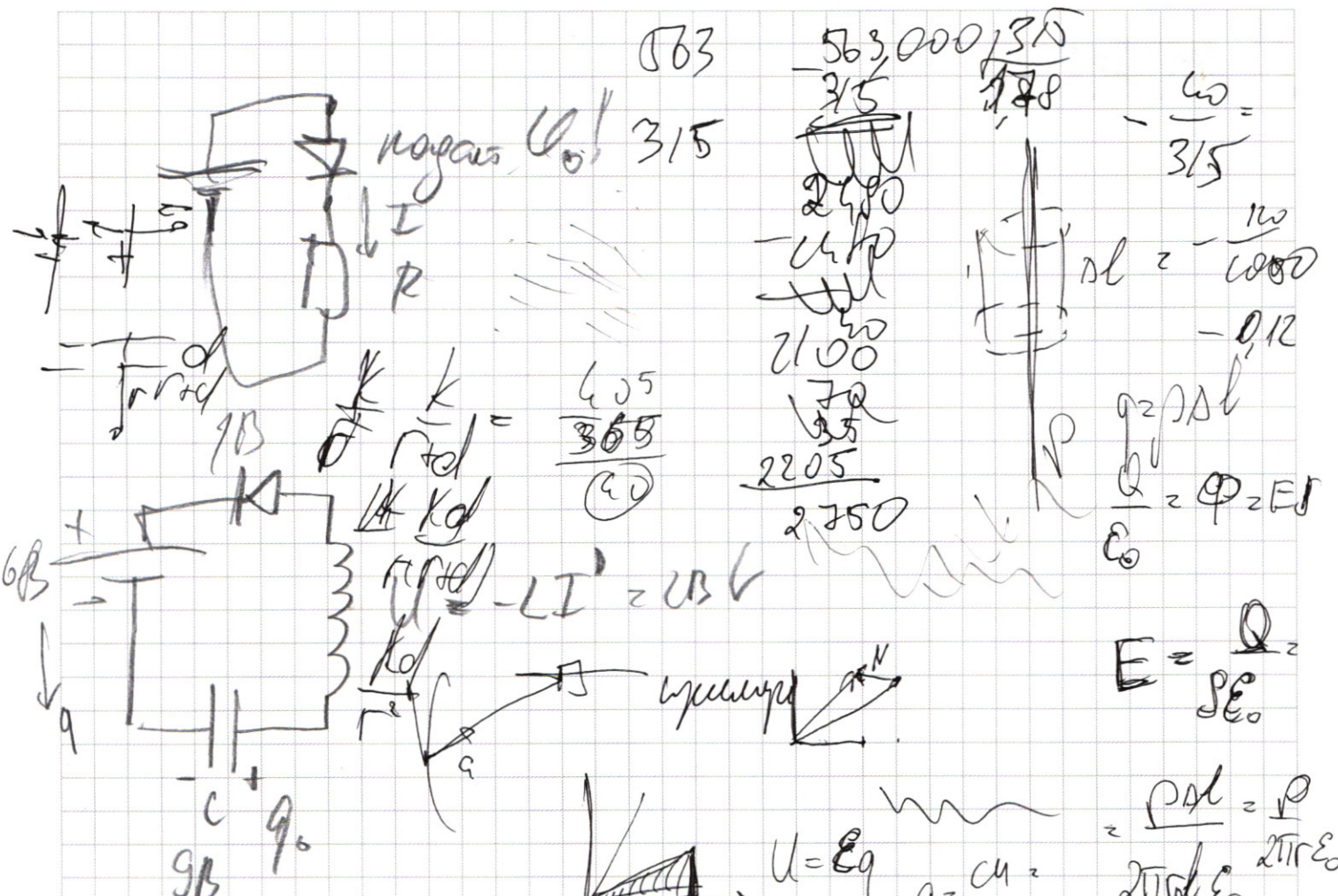
$$2.5 p_1 V_2 - 2.5 p_1 V_1$$

$$\Sigma = 1.5 p_2 V_2 - 1.5 p_1 V_1 + 2.5 p_1 V_2 - 2.5 p_1 V_1$$

$$1.5 p_2 V_2 + p_1 V_2 - 2.5 p_1 V_1$$

$$D = \frac{0.5 p_2 V_2 + p_1 V_2 - 1.5 p_1 V_1}{2 p_2 V_2 - 2 p_1 V_1}$$

$$A = \frac{V_2 - V_1}{2} \frac{(p_2 - p_1)}{2} = \frac{p_2 V_2 + p_1 V_1 - p_1 V_2 - p_2 V_1}{2}$$



$q = C U_0$, $q_0 = C U_0$
 $q = C U$
 $q_0 - q = C(U_0 - U)$
 $U = \frac{U_0 + U_0}{2} = U_0$

$E(U_0 - U_x) = \frac{1}{2} (U_0^2 - U_x^2) / (U_0 + U_x)$
 $E = \frac{U_0 + U_x}{2}$
 $2E = U_0 + U_x$
 $U_x = 2E - U_0$
 $U_x = 315 - 315 = 0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2. 0.8 = x \cdot \frac{1}{17}

(x = 3,4)

cos 2-р, = cos 2 cos p - sin 2 sin p = \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{3}{5} \cdot \frac{15}{17} = \frac{32-45}{5 \cdot 17} = -\frac{13}{5 \cdot 17}

\frac{mv^2}{R} = T \sin \alpha

\sqrt{1 - \frac{8^2}{17^2}} = \frac{\sqrt{17^2 - 8^2}}{17} = \frac{\sqrt{25 \cdot 9}}{17} = \frac{15}{17}

y^2 = 4^2 + 2^2 + 2 \cdot 2 \cdot 3,4 \cdot \frac{13}{5 \cdot 17}

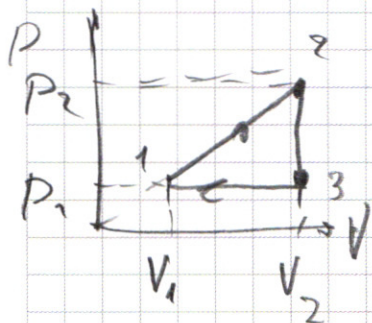
2,89

2,89 \cdot 4 + 4 + 4 = \frac{34,13}{5 \cdot 17} = 10

= 4(1 + 2,89 + 0,52) = 4 \cdot 4,41 = 17,64

F = T \cos \alpha = 2 \cdot 2,1 \cdot 4,2 = 17,64

T = 0,4 \cdot \frac{34^2}{1,9} \cdot \frac{15}{17}



$$T \downarrow 23$$

$$T \downarrow 31$$

$$T \uparrow 12$$

$$C_p = \frac{i+2}{2} R$$

$$C_v = \frac{i}{2} R$$

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$$

$$P_1 V_2 = V_1 P_2$$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_1 V_2 = \nu R T_2$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_3$$

$$Q = A + \Delta U$$

$$\Delta U = \frac{1}{2} \nu R \Delta T$$

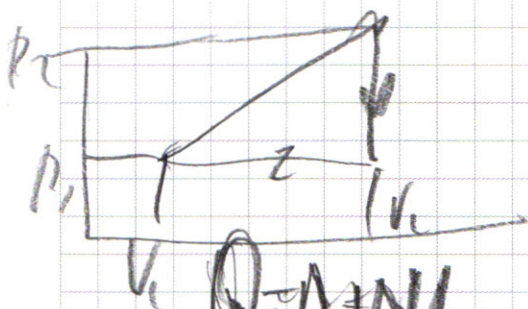
$$Q_{23} = 0 + \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = 1.5 V_2 (P_1 - P_2) = \text{const}$$

$$Q_{31} = P_1 (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = P_1 V_2 - P_1 V_1 + 1.5 P_2 V_2 - 1.5 P_1 V_1 = V_2 (P_1 + 1.5 P_2) - 2.5 P_1 V_1$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \cdot \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^2 = k^2$$

$$P_2 V_1 = P_1 V_2 \cdot \frac{P_1}{P_2}$$

$$= V_2 (P_1 + 1.5 P_2 - 2.5 \frac{P_1^2}{P_2}) = \frac{V_2}{P_2} (1.5 P_2^2 + P_1 P_2 - 2.5 P_1^2) =$$



$$Q = A + \Delta U$$

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

$$T_1 = \frac{P_1 V_1}{\nu R}$$

$$T_3 = \frac{P_2 V_2}{\nu R}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$