

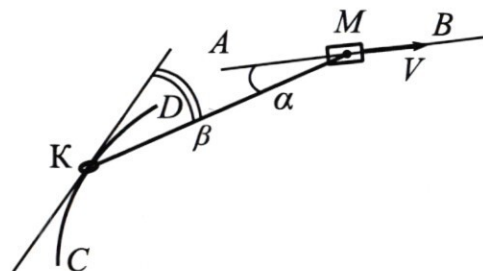
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

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 α ($\cos \alpha = 3/5$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 8/17$) с направлением движения кольца.



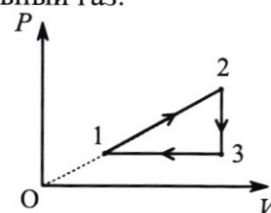
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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 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 $\frac{q}{m} = \gamma$.

1) Найдите продолжительность T движения частицы в конденсаторе до остановки.

2) Найдите напряжение U на конденсаторе.

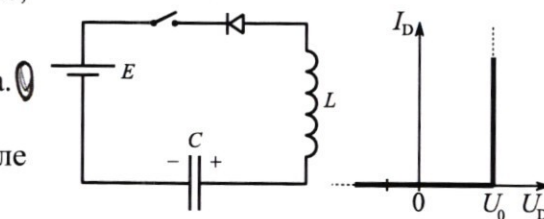
3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

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.

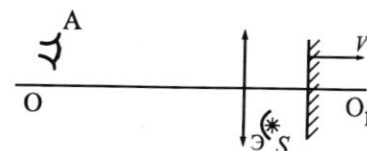


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

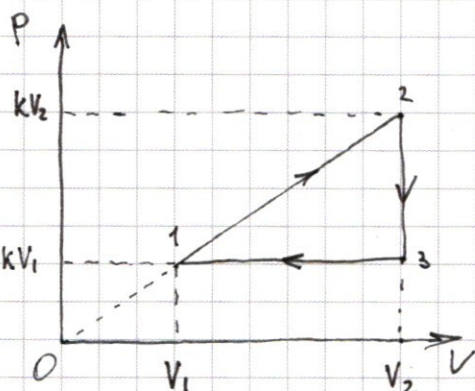
№ 2.

$i = 3$

$$pV = \nu RT$$

1-2:

$$kV^2 = \nu RT$$



$$\begin{cases} kV_1^2 = \nu RT_1 \\ kV_2^2 = \nu RT_2 \\ kV_1V_2 = \nu RT_3 \end{cases}$$

$$\Delta T_{23} = T_3 - T_2 =$$

$$= \frac{kV_1V_2}{\nu R} - \frac{kV_2^2}{\nu R} = \frac{kV_2}{\nu R} (V_1 - V_2)$$

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31}$$

$$A_{31} = -kV_1 (V_2 - V_1)$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) =$$

$$= \frac{3}{2} kV_1 (V_1 - V_2)$$

$$Q_{31} = -kV_1 (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} kV_1 (V_1 - V_2) =$$

$$= \frac{5}{2} kV_1 (V_1 - V_2)$$

$$\Delta T_{31} = \frac{kV_1^2}{\nu R} - \frac{kV_1V_2}{\nu R} = \frac{kV_1}{\nu R} (V_1 - V_2)$$

$$1-2: P = kV \quad T \uparrow$$

$$2-3: V = \text{const} \quad (\text{изохора}) \quad T \downarrow$$

$$3-1: p = \text{const} \quad (\text{изобара}) \quad T \downarrow$$

$$C_{23} \nu \Delta T_{23} = Q_{23}$$

$$C_{31} \nu \Delta T_{31} = Q_{31}$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}$$

$$A_{23} = 0$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) =$$

$$= \frac{3}{2} kV_2 (V_1 - V_2)$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} kV_2 (V_1 - V_2)$$

$$C_{23} \nu \cdot \frac{kV_2}{\nu R} (V_1 - V_2) = \frac{3}{2} kV_2 (V_1 - V_2)$$

$$C_{23} = \frac{3}{2} R$$

(убедитесь в том, что $C_V = \frac{5}{2} R$)

$$C_{31} \nu \Delta T_{31} = Q_{31}$$

$$C_{31} \nu \cdot \frac{kV_1}{\nu R} (V_1 - V_2) = \frac{5}{2} kV_1 (V_1 - V_2)$$

$$C_{31} = \frac{5}{2} R$$

(убедитесь в том, что $C_p = C_V + R$)

$$\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{\frac{3}{2} R}{\frac{5}{2} R} = \frac{3}{5}$$

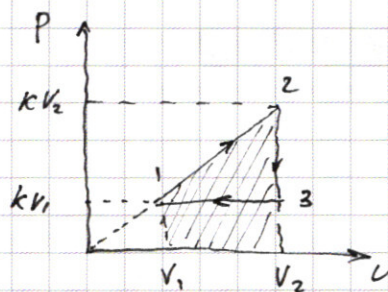
$$\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{3}{5}$$

$$Q_{12} = A_{r12} + \Delta U_{12} \quad \frac{Q_{12}}{A_{r12}} = ?$$

$$A_{r12} = \frac{kV_1 + kV_2}{2} (V_2 - V_1)$$

$$A_{r12} = \frac{k(V_1 + V_2)}{2} (V_2 - V_1)$$

$$A_{r12} = \frac{k}{2} (V_2^2 - V_1^2)$$



$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (kV_2^2 - kV_1^2) = \frac{3}{2} k (V_2^2 - V_1^2)$$

$$Q_{12} = \frac{k}{2} (V_2^2 - V_1^2) + \frac{3}{2} k (V_2^2 - V_1^2) = 2k(V_2^2 - V_1^2)$$

$$\frac{Q_{12}}{A_{r12}} = \frac{2k(V_2^2 - V_1^2)}{\frac{k}{2}(V_2^2 - V_1^2)} = 4$$

$$\boxed{\frac{Q_{12}}{A_{r12}} = 4}$$

$$\eta = \frac{Q_+ - |Q_-|}{Q_+}$$

$$Q_+ = Q_{12} = 2k(V_2^2 - V_1^2)$$

$$\cancel{Q_-} \quad Q_- = Q_{23} + Q_{31}$$

$$Q_- = \frac{3}{2} kV_2 (V_1 - V_2) + \frac{5}{2} kV_1 (V_1 - V_2) = \frac{k(V_1 - V_2)}{2} (3V_2 + 5V_1)$$

$$Q_+ - |Q_-| =$$

$$|Q_-| = \frac{k}{2} (V_2 - V_1) (3V_2 + 5V_1)$$

$$= 2k(V_2^2 - V_1^2) - \frac{k}{2} (V_2 - V_1) (3V_2 + 5V_1) =$$

$$= k(V_2 - V_1) \left(2V_2 + 2V_1 - \frac{3V_2}{2} - \frac{5V_1}{2} \right) = k(V_2 - V_1) \left(\frac{V_2}{2} - \frac{V_1}{2} \right) = \frac{k}{2} (V_2 - V_1)^2$$

$$\eta = \frac{\frac{k}{2} (V_2 - V_1)^2}{2 \cdot \frac{k}{2} (V_2 - V_1) (V_2 + V_1)} = \frac{\cancel{k} (V_2 - V_1)}{4 (V_2 + V_1)}$$

Пусть $\frac{V_2}{V_1} = x$, тогда $V_2 = xV_1$; $V_2 - V_1 = (x-1)V_1$

$$V_2 + V_1 = (x+1)V_1$$

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

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

$$f'(x) = \frac{(4x+4) - 4(x-1)}{(4x+4)^2} = \frac{4x+4-4x+4}{(4x+4)^2} = \frac{8}{(4x+4)^2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$q\phi = \frac{mv_0^2}{2}; \quad \Delta\phi = E \cdot 0,8d$$

$$\frac{2q \cdot E \cdot 0,8d}{m} = v_0^2$$

$$1,6d \cdot E = v_0^2$$

$$E = \frac{v_0^2}{1,6d}$$

$$d \cdot \frac{v_0^2}{1,6} = v_0^2$$

$$1 \frac{3}{5} = \frac{8}{5}$$

$$\frac{2 \cdot 5}{8} = \frac{5}{4}$$

$$E = \frac{U}{1,6d}$$

$$v_0 = v_1 \sqrt{5}$$

$$q \cdot \frac{v_1^2}{1,6d} = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\frac{2q v_1^2}{1,6d m} = v_0^2$$

$$\frac{2 v_1^2}{1,6} = v_0^2$$

$$\frac{5 v_1^2}{4} = v_0^2$$

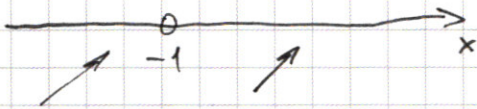
$$v_0 = \frac{\sqrt{5}}{2} v_1$$

Ответ: 1) $T = \frac{1,6d}{v_1}$

2) $U = \frac{v_1^2}{1,6d}$

3) $v_0 = \frac{\sqrt{5}}{2} v_1$

$$f'(x) = 0, \text{ т.е. } \frac{f}{(4x+4)^2} = 0$$



т.е. функция всё время возрастает.

Но это всё мы делаем с условием, что $V_1 \neq 0$, т.к. мы на него сократили, поэтому

при $V_1 = 0$

$$\eta = \frac{V_2}{4V_2} = 0,25$$

$$\eta = 25\%$$

Ответ: 1) $\frac{c_{23}}{c_{21}} = \frac{3}{5}$; 2) $\frac{Q}{A} = 4$ 3) 25%

$$\eta = \frac{A_{\text{затрач}}}{Q_+} \quad (\text{проверка и } 2/3 \text{ гр. формулы})$$

$$Q_+ = Q_{12} = 2K(V_2^2 - V_1^2)$$

$$A_{\text{затрач}} = \frac{K(V_2 - V_1)^2}{2}$$

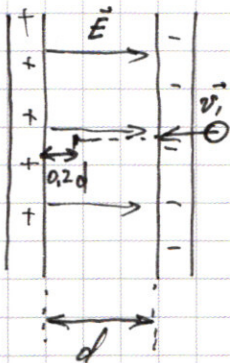
$$\eta = \frac{K(V_2 - V_1)(V_2 - V_1)}{2 \cdot 2K(V_2 - V_1)(V_2 + V_1)} =$$

$$= \frac{V_2 - V_1}{4(V_2 + V_1)} = \frac{(x-1)}{4(x+1)} = \frac{x-1}{4x+4}$$

$$\eta' = \frac{4x+4 - 4(x-1)}{(4x+4)^2} = \frac{8}{(4x+4)^2} = 0$$

№3

т.к. частица остановилась, то она двигалась против $\vec{E}$.



$$\text{Её путь: } S = d - 0,2d = 0,8d$$

$$S = v_1 \tau - \frac{a\tau^2}{2}; \quad v_1 - a\tau = 0 \quad (\text{т.к. остановилась})$$

$$Eq = ma$$

$$a = \frac{Eq}{m} = E\gamma$$

$$S = v_1 \tau - \frac{\tau^2 E \gamma}{2}$$

$$S = v_1 \tau - \frac{\tau^2 \gamma v_1}{2 \gamma \tau}$$

$$S = v_1 \tau - \frac{v_1 \cdot \tau}{2}$$

$$S = \frac{v_1 \tau}{2}$$

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

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

$$U = Ed = \frac{v_1^2 \cdot d}{\gamma \cdot 1,6d} = \frac{v_1^2}{1,6\gamma}$$

$$E = \frac{v_1}{\gamma \tau} = \frac{v_1^2}{\gamma \cdot 1,6d}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

Скорость кольца будет направлена по касательной к окр.

кольцо: $T \cos \beta = m a_n$
 $a_n = \frac{v_k^2}{R}$
 $T \cos \beta = \frac{m v_k^2}{R}$
 $v_k = \sqrt{\frac{R T \cos \beta}{m}}$
 $T = \frac{m v_k^2}{R \cos \beta}$

1) проекции скоростей кольца и муфты на линию троса должны быть равны

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

2) скорость кольца относительно муфты.

по теореме косинусов:

$v_{отн}^2 = v_k^2 + v^2 - 2 v_k \cdot v \cdot \cos(180 - (\alpha + \beta))$
 $v_{отн}^2 = v_k^2 + v^2 + 2 v_k \cdot v \cdot \cos(\alpha + \beta)$
 $v_{отн}^2 = 51^2 + 40^2 + 2 \cdot 51 \cdot 40 \cdot \left(-\frac{36}{85}\right)$
 $v_{отн}^2 = 51^2 + 40^2 - 36 \cdot 2 \cdot 24 = 2473$
 $v_{отн} = \sqrt{2473} \text{ см/с}$

$v = 0,4 \text{ м/с}$
 $m = 1 \text{ кг}$
 $R = 1,7 \text{ м}$
 $l = \frac{17 R}{15}$
 $\cos \alpha = \frac{3}{5}$
 $\cos \beta = \frac{8}{17}$
 $\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$
 $\sin \beta = \sqrt{1 - \frac{64}{289}} = \frac{15}{17}$
 $\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta$
 $\cos(\alpha + \beta) = \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} = -\frac{36}{85}$

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

Ответ: 1) 51 см/с

2) $\sqrt{2473}$ см/с

$$T = \frac{1 \cdot 0,51^2}{1,7 \cdot \frac{8}{17}} = \frac{0,2601 \cdot 10^5}{84} = \frac{1,3005}{4} \approx 0,325 \text{ н}$$

~~3) 0,323 н~~

н4.

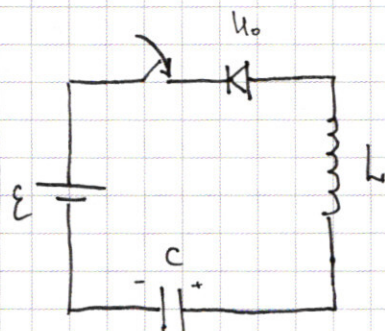
$$\mathcal{E} = 3 \text{ В}$$

$$C = 20 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 6 \text{ В}$$

$$L = 0,2 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$



$$\mathcal{E}_i = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$W_{\text{кат}} = \frac{L I^2}{2}$$

$$W_{\text{конг}} = \frac{C U^2}{2}$$

1) Во-первых, скорость возрастания тока это $\frac{\Delta I}{\Delta t}$

Во-вторых, сразу после замыкания ключа она будет равна 0.

$$\mathcal{E} = U_{\text{конг}} + U_{\text{кат}} + U_0 \quad (\text{когда отключен диод})$$

продолжение н 1.

У колыца есть как a_y , так и a_r . Полное ускорение: a .

$$a^2 = a_r^2 + a_y^2$$

Т.к. центрострем. уск. направлено в центр, а тангенц. по касательной, ~~еще~~ а ещё происходит движение по окр. радиуса $l = \frac{17R}{15}$

$$a_r = a_y \sin \beta + a_r \cos \beta; \text{ где } a_r = \frac{v_k^2}{l}$$

$$a_r = \frac{a_y \sin \beta}{\cos \beta}$$

$$a^2 = a_y^2 + \left(\frac{a - a_y \sin \beta}{\cos \beta} \right)^2 = \left(\frac{v_k^2}{R} \right)^2 + \left(\frac{\frac{v_k^2}{l} - \frac{v_k^2 \sin \beta}{R}}{\cos \beta} \right)^2$$

$$T = ma$$

$$T = m \sqrt{\left(\frac{v_k^2}{R} \right)^2 + \left(\frac{\frac{v_k^2}{l} - \frac{v_k^2 \sin \beta}{R}}{\cos \beta} \right)^2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$a^2 = a_x^2 + a_y^2$$

$$a = a_y \sin \beta + a_x \cos \beta \Rightarrow a_x = \frac{a - a_y \sin \beta}{\cos \beta}$$

$$a^2 = a_y^2 + \left(\frac{a - a_y \sin \beta}{\cos \beta} \right)^2 = \left(\frac{v_k^2}{R} \right)^2 + \left(\frac{v_k^2}{R} - \frac{v_k^2 \sin \beta}{R \cos \beta} \right)$$

$$T = mg$$

$$T = m \sqrt{\left(\frac{v_k^2}{R}\right)^2 + \left(\frac{17 \frac{15 v_k^2}{17 R} - \frac{17 \frac{v_k^2}{17 R} 15}{8 R}\right)^2} =$$

$$= m \sqrt{\left(\frac{v_k^2}{R}\right)^2 + \left(\frac{15 v_k^2 - 15 v_k^2}{8 R}\right)^2} = m \frac{v_k^2}{R}$$

||
0

$$T = \frac{m v_k^2}{R} = \frac{10,81 \cdot 1,051^2}{1,7} = \frac{1 \cdot 0,51 \cdot 0,51}{1,7} = \frac{51 \cdot 51}{10000 \cdot 1,7} =$$

$$= \frac{3 \cdot 51 \cdot 51}{17 \cdot 1000} = 153 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Отв: 3) $153 \cdot 10^{-3} \text{ м}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5

1 пункт: зеркало на расстоянии F от линзы.

1) после отражения в зеркале мы получаем источник для линзы, который находится от неё на расстоянии $d_0 = \frac{5F}{3}$

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

$$\frac{1}{d_0} + \frac{1}{f_0} = \frac{1}{F}$$

2) Найдём увеличение Γ .

$$\Gamma = \frac{f_0}{d_0} = \frac{5F \cdot 3}{2 \cdot 5F} = \frac{3}{2}$$

$$\frac{H}{h} = \Gamma; H = \frac{3}{2}h = \frac{3 \cdot 8F}{2 \cdot 15} = \frac{4F}{5}$$

α - угол, под которым изображение движется в этот момент

$$\tan \alpha = \frac{H}{f_0} = \frac{4F \cdot 2}{5 \cdot 5F} = \frac{8}{25}$$

$$\tan \alpha = \frac{8}{25}$$

где f_0 - расст. от линзы до зеркала.

$$\frac{3}{5F} + \frac{1}{f_0} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{f_0} = \frac{5}{5F} - \frac{3}{5F} = \frac{2}{5F}$$

$$f_0 = \frac{5F}{2}$$

3) Чтобы найти скор. изображения, сначала порассуждаем:

т.к. зеркало движется, а источник нет, то перейдем на зеркало (перейдем в систему отсчета, связанную с зеркалом), тогда источник движется на нас со скор. v , т.е. скоростью S' тоже v , но это относительно зеркала! А относительно земли скорость $S' = v + v = 2v$

т.к. скорости параллельны OD , то

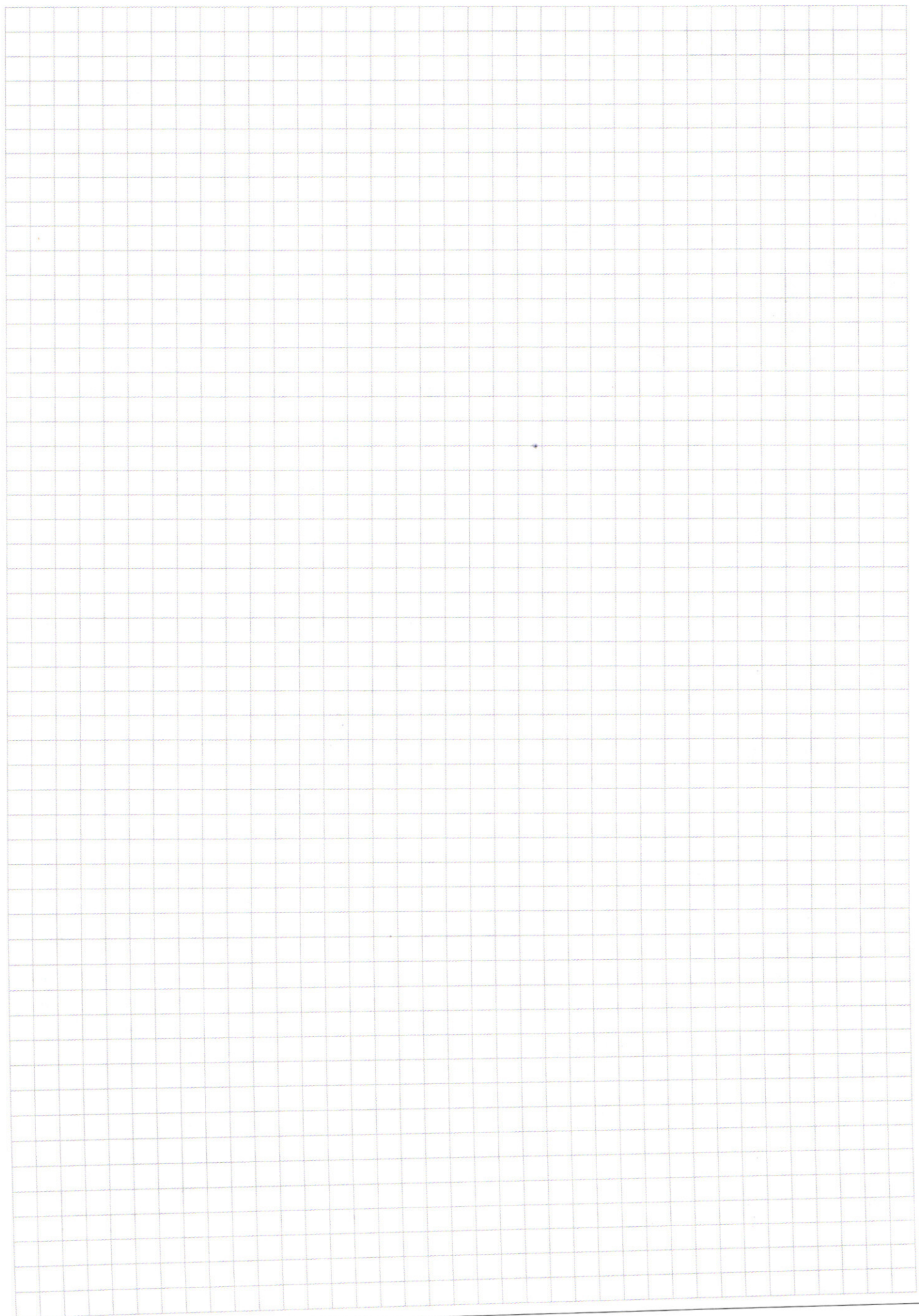
$$\frac{v(S'')}{v(S')} = \Gamma^2$$

$$\frac{v(S'')}{2v} = \frac{9}{4}$$

$$v(S'') = \frac{2v \cdot 9}{4} = \frac{9v}{2} = 4,5v$$

Ответ: 1) $\frac{5F}{2}$; 2) $\tan \alpha = \frac{8}{25}$

3) $4,5v$

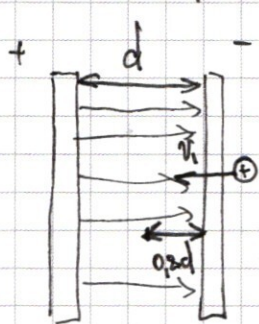


☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\eta = \frac{V_2 - V_1}{4(V_2 + V_1)} = \frac{8VA}{4 \cdot 11} = \frac{2}{11} \quad \text{нЗ.}$$



$$\frac{q}{m} = 8$$

$$S = v_1 \tau - \frac{a \tau^2}{2}$$

$$S = d - 0.2d = 0.8d$$

$$0.8d = v_1 \tau - \frac{E q \tau^2}{m 2}$$

$$v_1 \tau - \frac{E 8 \tau^2}{2} - 0.8d = 0$$

$$v_1 \tau - \frac{8 \tau^2 v_1}{2 \cdot 8} - 0.8d = 0$$

$$v_1 \tau - \frac{v_1 \tau}{2} = 0.8d$$

$$\frac{v_1 \tau}{2} = 0.8d$$

$$\tau = \frac{1.6d}{v_1}$$

$$q \varepsilon C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$$

$$\frac{q}{\varepsilon} = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$$

$$C = \frac{q}{U}$$

$$E = \frac{q}{S \varepsilon_0}$$

$$q = E \cdot S \varepsilon_0$$

$$F_{\text{эл}} = Eq$$

$$Eq = ma$$

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

$$v_1 - a \tau = 0$$

$$\tau = \frac{v_1}{a} = \frac{v_1 m}{Eq}$$

$$\tau = \frac{v_1}{E 8}$$

$$E = \frac{v_1}{\tau 8}$$

$$\frac{m v_0^2}{2}$$

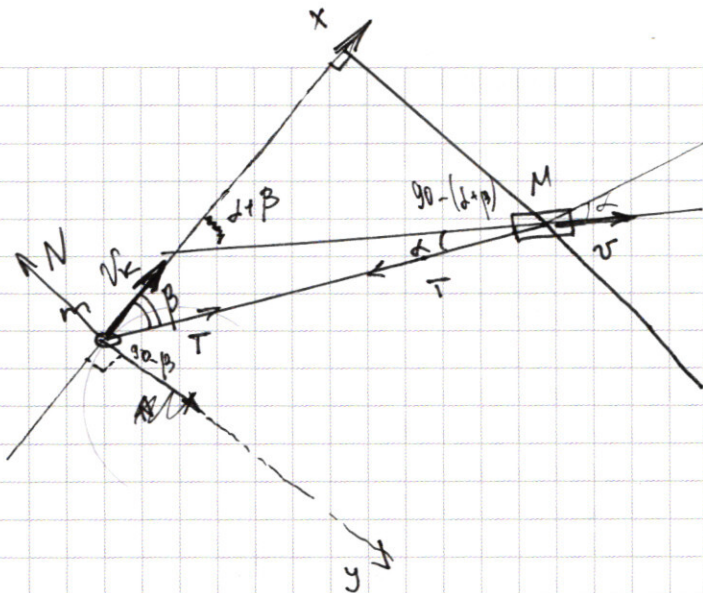
$$q E \cdot 0.8d = \frac{m v_0^2}{2}$$

$$E = \frac{v_1^2}{168}$$

$$2 \frac{q E}{m} \cdot 0.8d = v_0^2$$

$$168 E d = v_0^2$$

$$v_1^2 \cdot d = v_0^2$$



$$v = 40 \text{ cm/c} = 0,4 \text{ m/c}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$R = 1,7 \text{ м}$$

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

$$\cos \alpha = \frac{3}{5}$$

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

кольцо:

$$ax: T \cos \beta = m a_n$$

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

$$v_k = \sqrt{\frac{RT \cos \beta}{m}}$$

масса:

$$T \cos (90 - \alpha - \beta + \alpha) = 0$$

$$T \sin \beta = 0$$

$$\vec{v}_{acc} = \vec{v}_c + \vec{v}_{orn}$$

$$\vec{v}_k = \vec{v} + \vec{v}_{orn}$$

$$\vec{v}_{orn} = \vec{v}_k - \vec{v}$$

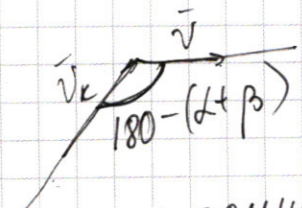
ВотМ

$$\begin{array}{r} 51 \\ \times 51 \\ \hline 51 \\ + 2601 \\ \hline 2601 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2601 \\ \times 1600 \\ \hline 4201 \end{array}$$

$$v \cos \alpha = v_k \cos \beta$$

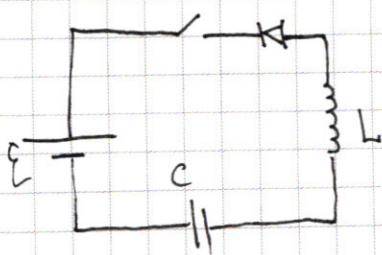
$$v_k = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ \times 48 \\ \hline 288 \\ + 144 \\ \hline 1728 \end{array}$$



по т. косинусов

$$v_{orn}^2 = v_k^2 + v^2 - 2 \dots$$



cos

$$-1 \cos(\alpha + \beta) = -\cos(\alpha + \beta)$$

$$\begin{array}{r} 4201 \\ - 1728 \\ \hline 2473 \end{array}$$

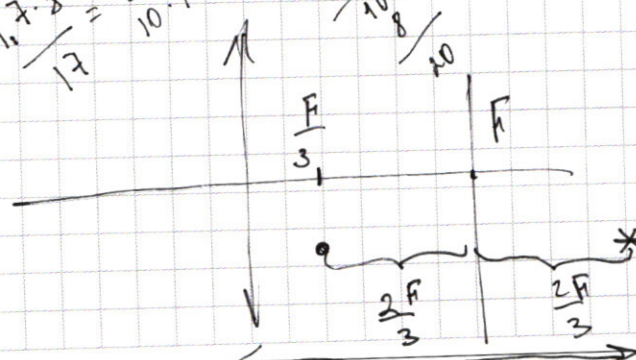
$$\frac{17.8}{17} = \frac{17.8}{10.17}$$

$$\begin{array}{r} 13005 \\ \times 4 \\ \hline 52020 \\ + 130050 \\ \hline 520200 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12601 \\ \times 5 \\ \hline 63005 \end{array}$$

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

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{f_0} = \frac{1}{F}$$



☒ черновик

☐ чистовик

Страница №

(Поставьте галочку в нужном поле)

(Нумеровать только чистовики)