

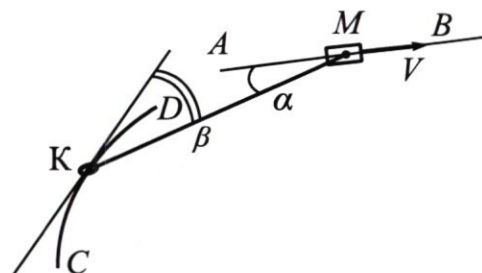
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-02

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

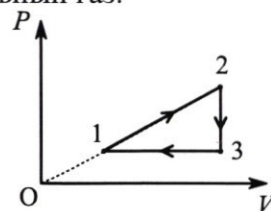
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 40$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,7$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной 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.



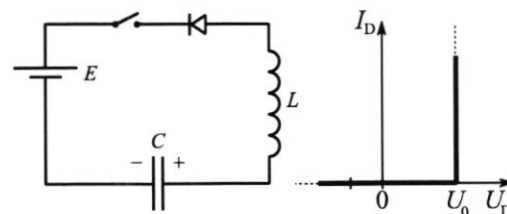
3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается между 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.

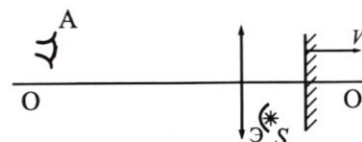
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,2$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$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

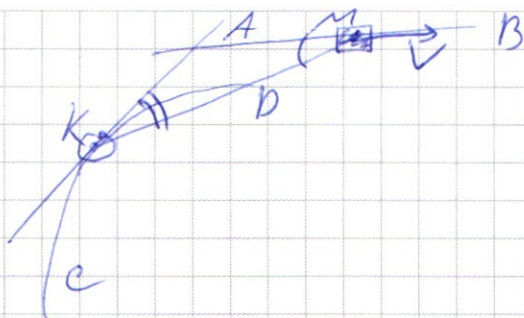


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

 α, β
$$R = 1, 2, \dots, M$$
$$l = \frac{17}{15} R$$
$$V = 40 \text{ cm/s}$$
$$m = 2 \text{ kg}$$
$$V_k = ?$$
$$V_0 = ?$$

T-?

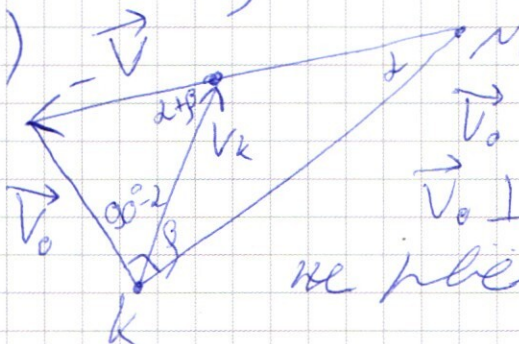


1) Числен какав не порвалася,
сумма ~~координат~~ ~~на~~ скоростна
на какав сума $= 0 \Rightarrow$

$$v_k \cos \beta = \dot{V} \cdot \cos \alpha \Rightarrow$$

$$V_2 = V \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 40 \cdot \frac{3}{5} : \frac{8}{17} = 51 \text{ cm/c}$$

2)



$$\vec{v}_0 = \vec{v}_k - \vec{v}$$

$\vec{V}_0 \perp M$ k m. k. kaskom
hlémda $\Rightarrow$

$$4 \frac{\sin(\alpha + \beta)}{v_\beta} = \frac{\cos \beta}{v} \text{ (по теор. синусов)} \Rightarrow$$

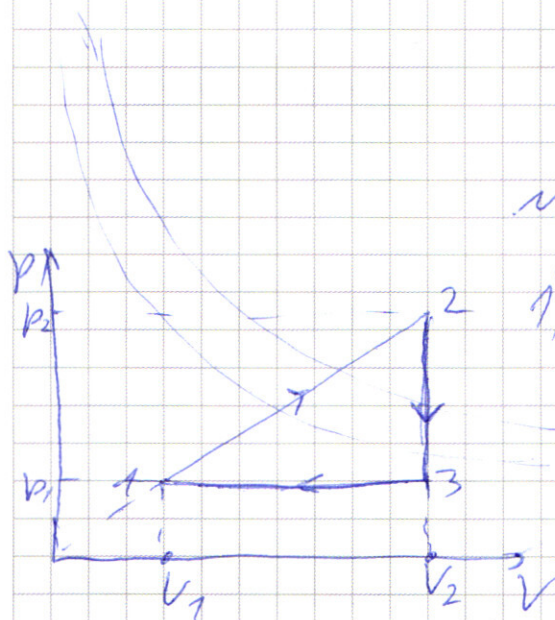
$$\Rightarrow V_0 = \frac{\sin(2+\beta)}{\cos \beta} \cdot v = 77 \text{ m/c.}$$

$$\sin(2+\theta) = \sin 2 \cos \theta + \cos 2 \sin \theta = \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} + \frac{3}{5} \cdot \frac{75}{17}$$

3) В чис. оме. ~~1000000~~ и для каюка

$$T = m \frac{v_0^2}{L} = \frac{15}{17} m \frac{v_0^2}{R} \approx 30,5 \mu\text{P}$$

Orkem: 30,5 H



№ 2

1) Заметим, что тепло ~~не~~ подано на участках 2-3 и 3-1. (досл. провести изот., предп. показать это. $\Rightarrow$)

$\Rightarrow$ нужно найти $\frac{C_{2-3}}{C_{3-1}}$, при чём $C_{2-3} = \frac{3}{2} \nu R$
 $C_{3-1} = \frac{5}{2} \nu R$

$$\Rightarrow \frac{C_{2-3}}{C_{3-1}} = \frac{3}{5} \quad \text{Ответ: } 3/5$$

$$2) C_{\Delta T} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + p \Delta V$$

$$(p + \Delta p)(V + \Delta V) = \nu R (T + \Delta T) \rightarrow$$

$$p \Delta V + V \Delta p = \nu R \Delta T$$

$$\Delta V = \nu R \frac{\Delta T}{p}$$

$$C = \frac{3}{2} \nu R + \frac{1}{2} \nu R \Rightarrow \frac{Q}{A} = \frac{2 \nu R (T_2 - T_1)}{\frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1)} = 4 \quad \text{Ответ: } 4$$

$$3) Q_{1-2} = 2 \nu R \Delta T_{12} = 2 \alpha (V_2^2 - V_1^2)$$

$$A = \frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} (V_2^2 - V_1^2) \alpha \Rightarrow$$

всего нагр.

$$\eta = \frac{A}{Q^+} = \frac{\frac{1}{2} \alpha (V_2^2 - V_1^2)}{2 \alpha (V_2^2 - V_1^2)} = 0,25$$

Ответ: 25 %

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~ 3

1) Замыкаем, что $a = \gamma E = \text{const}$
 $v = v_1 - at$, т.к. конечная скор. zero, то
 $t = \frac{v_1}{a}$
 $0,8d = S = \frac{v_1^2}{2a} = \frac{v_1^2}{2\gamma E} \Rightarrow E = \frac{v_1^2}{1,6\gamma d} \Rightarrow$
 $\Rightarrow t = \frac{v_1}{\gamma v_1^2} \cdot 1,6\gamma d = \frac{1,6d}{v_1}$

Ответ: $\frac{1,6d}{v_1}$

2) $U = E d = \frac{v_1^2}{1,6\gamma}$ 3) по теор. о ΔE эк.
 пер. зап. из деек. на
 канд. по
 $\frac{mv_0^2}{2} - qE \cdot 0,8d = 0 \Rightarrow$
 $v_0 = \sqrt{\frac{qE \cdot 0,8d}{m}} = \sqrt{2} v_1$
 Ответ: $\sqrt{2} v_1$

~ 4

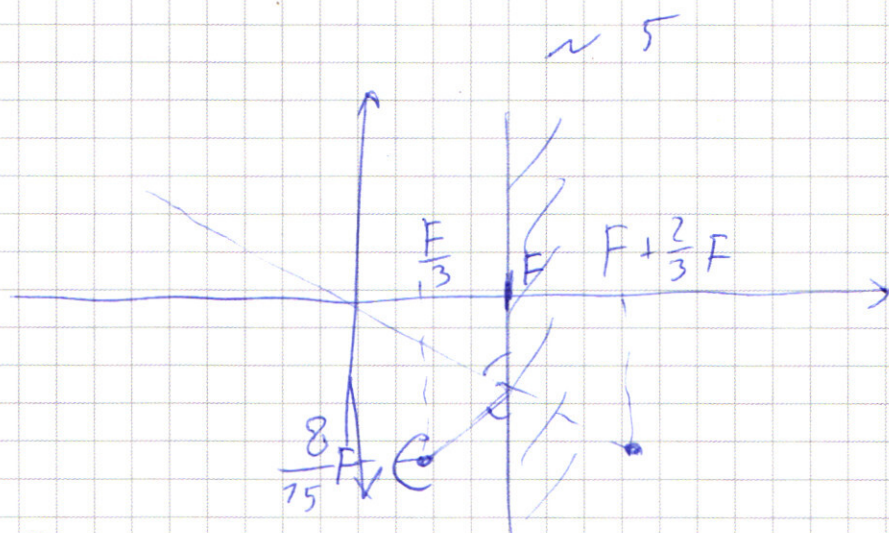
1) сразу после замык., ток через
 кам. не пойдет $\Rightarrow$
 $\Rightarrow -E = -U_1 + L \frac{dI}{dt} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{U_1 - E}{L} = 15 \frac{A}{c}$
 Ответ: $15 \frac{A}{c}$

2) ток будет макс, когда $U_L = 0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow -E = -U_c + U_p = U_c + U_c, U_c = E + U_c = 4B$

и.к. $W_2 = W_1 + A$; $A = \varepsilon (c u_0 + c u_1)$ и

$$E_0 I^2 + \frac{c u_0^2}{2} = \frac{c u_1^2}{2} + \varepsilon (c u_0 - c u_1) \rightarrow$$

$$\Rightarrow I^2 = \sqrt{c u_0^2 - c u_1^2 + 2 \varepsilon c (u_0 - u_1)}$$



Заметим, что для $n_{\text{кавл}}$ не имеет значения отриц. и свет в зеркало, или исп. находясь в т. см. отриц. зеркалу.

1) по соотв. выше рассм от исп до линзы это $\frac{5}{3}F$. тогда по ф. линзы

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

ответ: $\frac{5}{2} F$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

и 2) из 1-го сс.н. можно считать
что цент. движется со с.к. $2V$, тогда
пост. к.к.а изн. коорд. за $\Delta t \rightarrow 0$.

S_1 : $x = \frac{5}{3}F$ ~~из коорд.~~ S_1 : $x = -\frac{5}{2}F$ ~~из коорд.~~
 $y = -\frac{8}{15}F$ ~~из коорд.~~ $y = -\frac{4}{5}F$ ~~из коорд.~~
1 мет. ед.

S_2 : $x = \frac{5}{3}F + 2V\Delta t$ S_2 : $x = -F = \frac{-F\Delta}{\Delta - F} = \frac{-F(\frac{5}{3}F + 2V\Delta t)}{\frac{2}{3}F + 2V\Delta t - \frac{8}{15}F}$
 $y = -\frac{8}{15}F$ $y = \frac{F(\frac{5}{3}F + 2V\Delta t) - \frac{8}{15}F}{\frac{2}{3}F + 2V\Delta t - \frac{8}{15}F}$
из коорд. Δ

Тогда

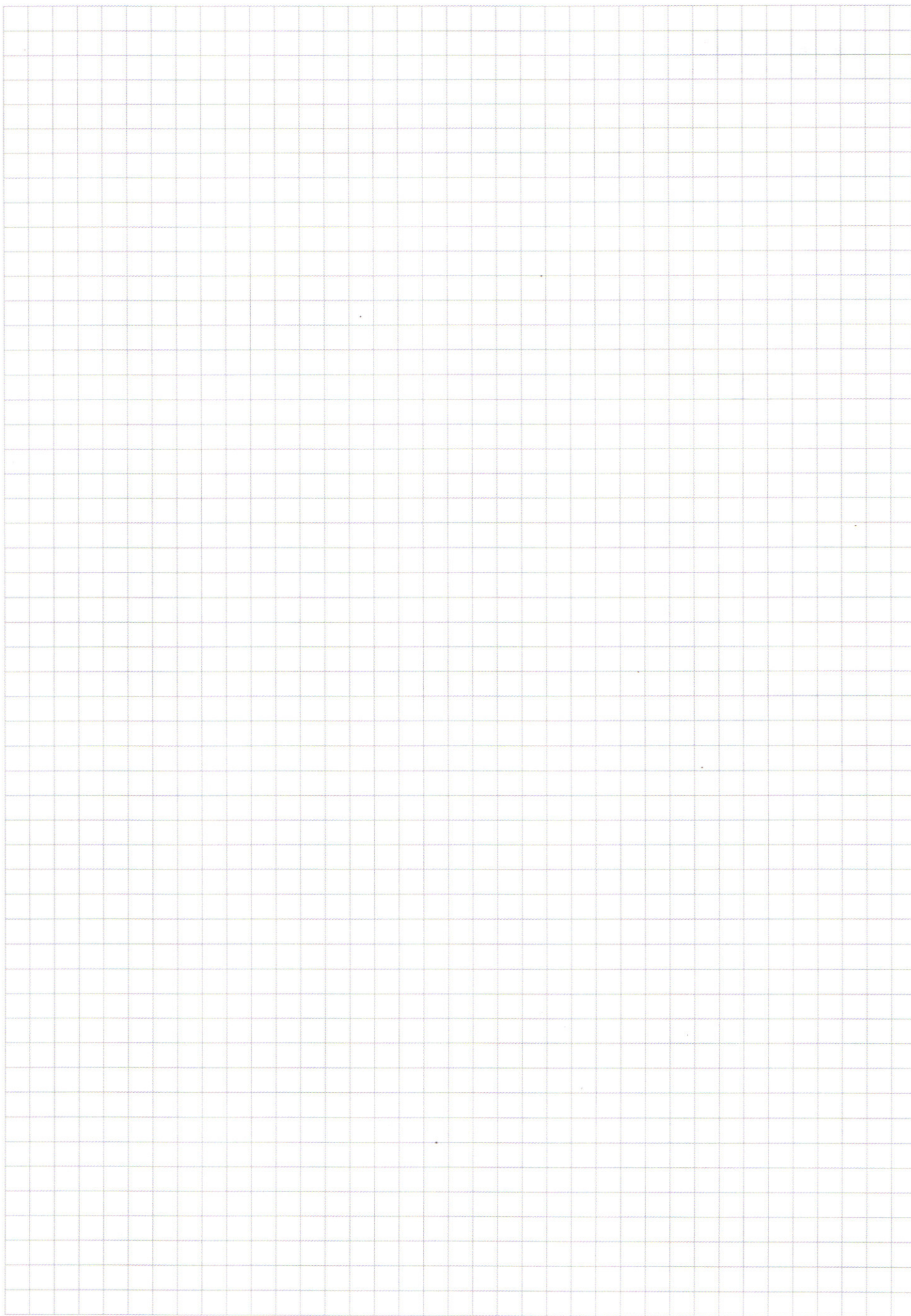
$tg(2) = \frac{x_{S_2} - x_{S_1}}{y_{S_2} - y_{S_1}} = \frac{\frac{5}{3}F + 2V\Delta t - (-\frac{5}{2}F)}{-\frac{8}{15}F - (-\frac{4}{5}F)}$
 $= \frac{3V\Delta t : (\frac{2}{3}F + 2V\Delta t)}{-\frac{8}{5}V\Delta t : (\frac{2}{3}F + 2V\Delta t)} = -\frac{15}{8}$

Ответ: $tg 2 = -\frac{15}{8}$

3) $V_y = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\frac{8}{5}V\Delta t}{\frac{2}{3}F + 2V\Delta t} / \Delta t = \frac{\frac{8}{5}V}{\frac{2}{3}F} = \frac{12}{5} \frac{V}{F}$

$V_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{3V\Delta t}{\frac{2}{3}F + 2V\Delta t} / \Delta t = \frac{9}{2} \frac{V}{F}$

$V = \frac{V}{F} \sqrt{\frac{12}{5} + \frac{9}{2}}$ Ответ: $V = \frac{V}{F} \sqrt{\frac{12}{5} + \frac{9}{2}}$



☐ черновик ☒ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 6
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{aligned}
 & \left\{ \begin{aligned} x_1 &= \frac{5}{3} F + 2V_{\Delta} t \\ y_1 &= \frac{8}{15} F \end{aligned} \right. \quad y_2 = \frac{x_2}{y_2} \\
 & \left\{ \begin{aligned} x_2 &= -\frac{F(\frac{5}{3} F + 2V_{\Delta} t)}{(\frac{2}{3} F + 2V_{\Delta} t)} \\ y_2 &= \frac{x_2 y_1}{y_1} = \frac{F(\frac{5}{3} F + 2V_{\Delta} t) \cdot \frac{8}{15} F}{(\frac{2}{3} F + 2V_{\Delta} t)(\frac{5}{3} F + 2V_{\Delta} t)} = \frac{\frac{8}{15} F^2}{\frac{2}{3} F + 2V_{\Delta} t} \end{aligned} \right. \\
 & \frac{x_2 - x}{y_2 - y} = \frac{x_2 - x}{y_2 - y} \\
 & x_2 - x = \left(\frac{5}{3} F + \frac{F(\frac{5}{3} F + 2V_{\Delta} t)}{(\frac{2}{3} F + 2V_{\Delta} t)} \right) - \left(\frac{2}{3} F + 2V_{\Delta} t \right) = \\
 & \quad \frac{5}{2} F \left(\frac{2}{3} F + 2V_{\Delta} t \right) + F \left(\frac{5}{3} F + 2V_{\Delta} t \right) = \\
 & \quad = F \left(\frac{5}{3} F + 5V_{\Delta} t + \frac{5}{3} F + 2V_{\Delta} t \right) = F \left(\frac{10}{3} F + 7V_{\Delta} t \right) \\
 & \quad \frac{\frac{5}{3} F^2}{\frac{2}{3} F} \\
 & \quad \frac{5}{3} F^2
 \end{aligned}$$

~ 5

2) Пусть сдвин. на Δx , тогда поск коорд. x_2, y_2 новой точки

$$\operatorname{tg}(\pi - 2) = \frac{x - x_2}{y - y_2}$$

3) Скорость это

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$$

$$V_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{x - x_2}{\Delta t}$$

$$V_y = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{y - y_2}{\Delta t}$$

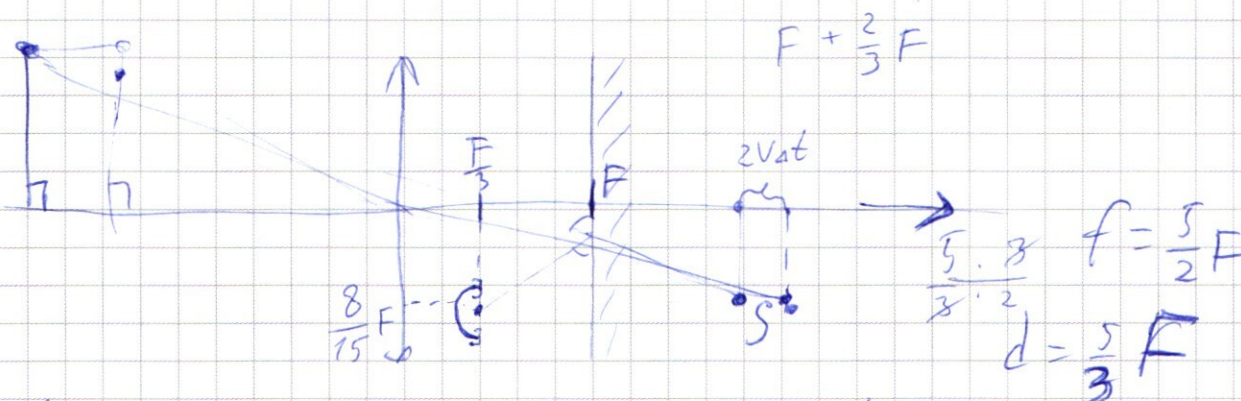
$$1) \frac{3}{5}$$

$$2) 4$$

$$3) \frac{1}{4}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$R, V, L, m, \alpha, \beta$



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

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

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

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

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

$\Delta t \rightarrow 0$

$$2V\Delta t y_1 = -\frac{8}{15}F$$

$$x_1: d = \frac{5}{3}F + 2V\Delta t$$

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

$$f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{F(\frac{5}{3}F + 2V\Delta t)}{(\frac{2}{3}F + 2V\Delta t)}$$

$$\frac{x}{y} = \frac{x}{y} \quad \frac{8}{15} \cdot \frac{5}{3} = y : \frac{5}{2}F$$

$$y = \frac{4}{5}F$$

$$y_2 - y = \frac{8}{15} F^2 - \frac{4}{5} F = \frac{\frac{8}{15} F^2 - \frac{8}{15} F^2 - \frac{8}{5} V \Delta t}{\frac{2}{3} F + 2 V \Delta t} = \frac{-\frac{8}{5} V \Delta t}{\frac{2}{3} F + 2 V \Delta t}$$

$$= \boxed{\frac{-\frac{8}{5} V \Delta t}{\frac{2}{3} F + 2 V \Delta t}}$$

$$x_2 - x = \frac{\frac{5}{3} F - F(\frac{5}{3} F + 2 V \Delta t)}{\frac{2}{3} F + 2 V \Delta t} = \frac{\frac{5}{3} F^2 + 5 V \Delta t - \frac{5}{3} F^2 - 2 V \Delta t}{\frac{2}{3} F + 2 V \Delta t} = \frac{3 V \Delta t}{\frac{2}{3} F + 2 V \Delta t} = \boxed{\frac{3 V \Delta t}{\frac{2}{3} F + 2 V \Delta t}}$$

$$3 V \Delta t - \frac{8 V \Delta t}{5} = \frac{15}{8}$$

$$3 \cdot \frac{8}{5} = \frac{15}{8}$$

$$V_y = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{4 \cdot \frac{8}{5} V \Delta t}{\frac{2}{3} F + 2 V \Delta t} = \frac{\frac{8}{5} V}{\frac{2}{3} F} = \frac{8}{5} V \cdot \frac{3}{2 F} = \frac{12 V}{5 F} = \boxed{\frac{12 V}{5 F}}$$

$$V_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{3 V \Delta t}{\frac{2}{3} F + 2 V \Delta t} = \frac{3 V}{\frac{2}{3} F} = \frac{9 V}{2 F} = \boxed{\frac{9 V}{2 F}}$$

$$\frac{144}{25} + \frac{61}{2} = \frac{288 + 25 \cdot 61}{50}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) $ma = qE$

$q = \delta F = c$

$v = v_1 - at$

2) $v_2 = 0 \Rightarrow a t = v_1$

$t = \frac{v_1}{a} =$

$\frac{v_1^2}{2\delta F} = 0,8 \text{ д} \Rightarrow F = \frac{v_1^2}{2 \cdot 0,8 \text{ д}}$

$t = \frac{v_1}{\delta v_1} = 1,6 \text{ д} = \frac{1,6 \text{ д}}{v_1}$

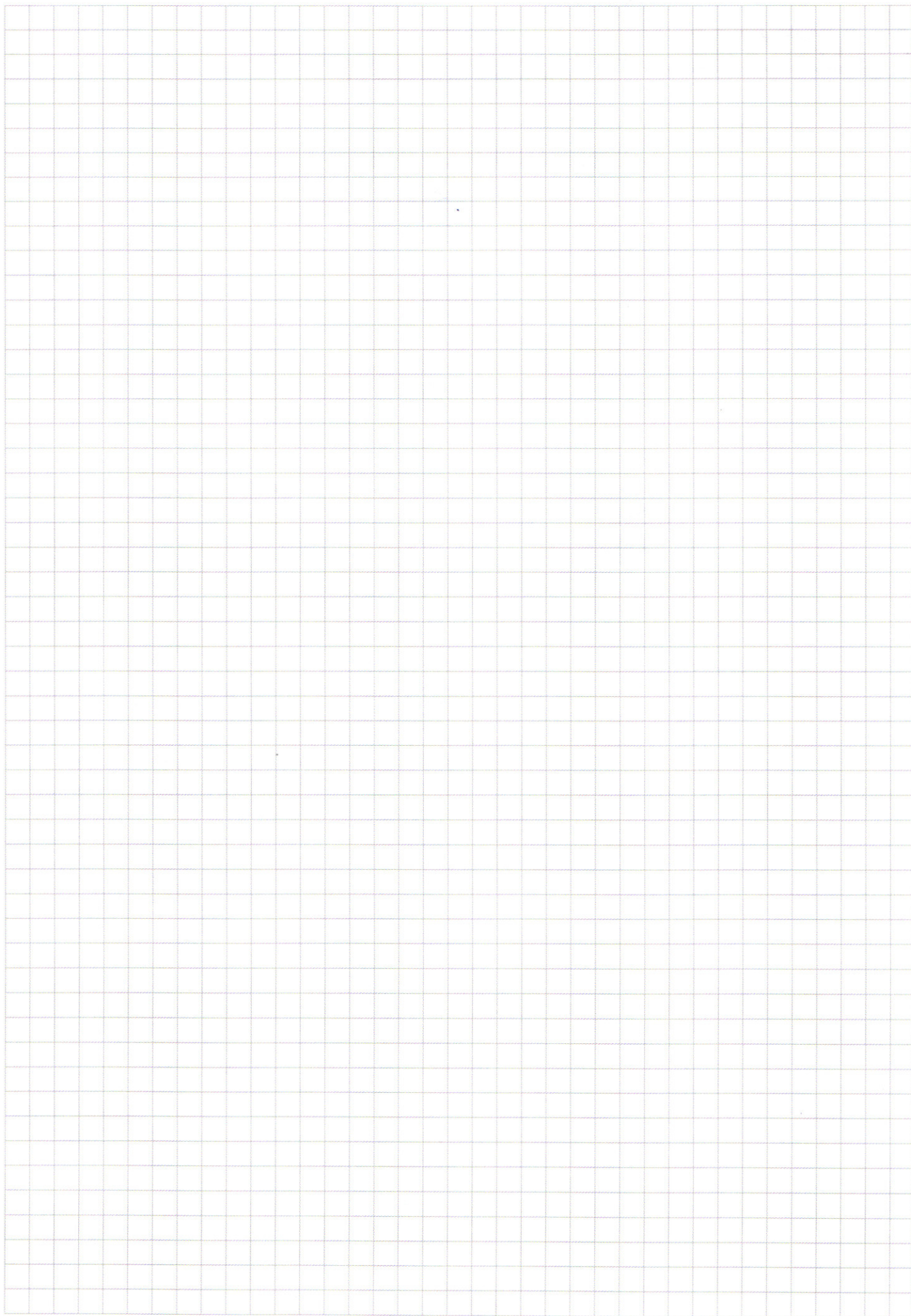
2) $u = Fd = \frac{v_1^2}{1,6 \text{ д}}$

3) $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \Gamma \Delta$ — Chem. и др. атом. энерг.

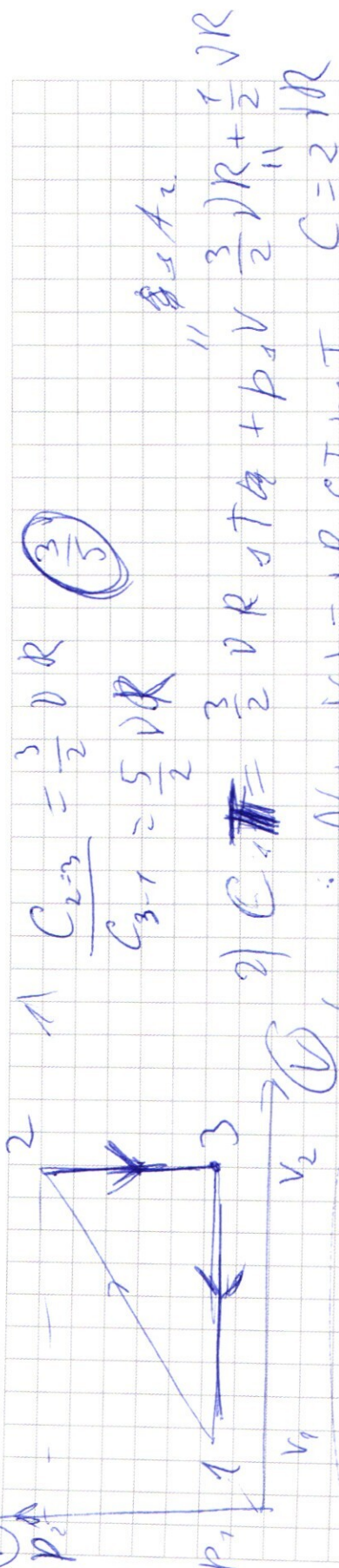
$\frac{mv_0^2}{2} - qE \cdot 0,8 \text{ д} = 0 \Rightarrow v_0 =$

$v_0 = \sqrt{\frac{qE \cdot 1,6 \text{ д}}{m}}$

$\delta F \cdot 1,6 \text{ д} = \delta \cdot \frac{v_1^2}{1,6 \text{ д}}$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$Q = \frac{3}{2} V R_{\Delta} T_{2-7} + \frac{3}{2} V R_{\Delta} T_{1-3}$$

$$\frac{17}{5-12} : \frac{8}{12} \cdot 40 =$$

$$7225 + 04 - 5.77$$

$$4 \frac{0}{5} \cdot \frac{0}{12} + \frac{3}{5} \frac{15}{12} = \frac{32}{5 \cdot 12} + \frac{45}{5 \cdot 12} = \frac{77}{60}$$

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

$$\begin{array}{r} 50.5 \\ 2 \overline{) 101} \\ \underline{100} \\ 10 \\ \underline{10} \\ 0 \end{array}$$

$$u \cos \beta = v \cos \alpha$$

289-89 = 225

15, 8, 17

3, 4, 5



$$\text{Kontingenztabelle} \quad \frac{c}{v_0^2} = 1$$

$$B_{COH} - B_{un} = \frac{c}{v_0^2} \cdot \frac{1}{\gamma^2 R}$$

$$\Delta H Z = +$$

$$U_1 - E = -\frac{1}{3}U_1 + L \frac{dI}{dt} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{U_1 - E}{L} = 15 \frac{A}{c}$$

$$\rightarrow +1 \frac{A}{c}$$

~~Значит~~ ток неограничен. на наведен

$$2) \max \text{ max } U_L = 0$$

$$-E = -U_c + U_p = U_c + U_0$$

$$U_c = E + U_0 = 13 + 71 B = 4 B$$

$$W_2 + \cancel{P} = W_1 + A$$

$$A_{\text{маг}} = \mathcal{E}(C U_c - C U_1)$$

$$L I^2 + C U_c^2 = \frac{C U_1^2}{2} + \mathcal{E}(C U_c - C U_1)$$

$$\left[I = \frac{C U_c^2 - C U_1^2 + 2 \mathcal{E} C (U_c - U_1)}{2L} \right]$$

$$W_1 = \frac{C U_1^2}{2} \quad U_1 = \frac{L I^2}{2} + \frac{C U_c^2}{2}$$

$$= \frac{\frac{1}{2} (U_1^2 - U_2^2) \tau^2}{\frac{1}{2} A} = 6$$

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

$$Q_{12} = 2 U R_1 T = 15 \text{ Дж}$$

$$= \frac{1}{2} (U_1^2 - U_2^2) \tau^2 = \frac{1}{2} (U_1^2 - U_2^2) \tau^2 = 15 \text{ Дж}$$

$$= \frac{1 - \frac{1}{2} (30 T_2 - 3 + 50 T_2 - 3)}{\frac{1}{2} T_2} =$$