

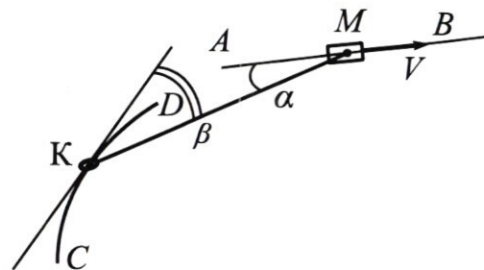
Олимпиада «Физтех» по физике, с

Вариант 11-02

Класс 11

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.



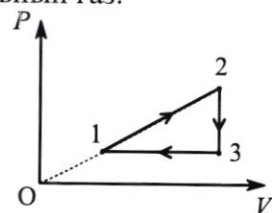
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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.

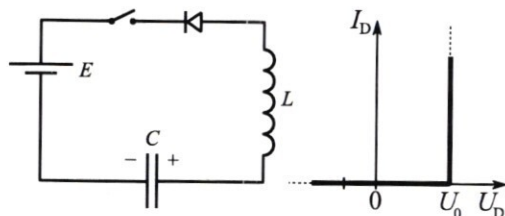
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,2$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке,

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.

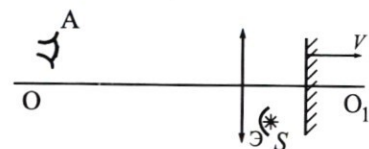


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

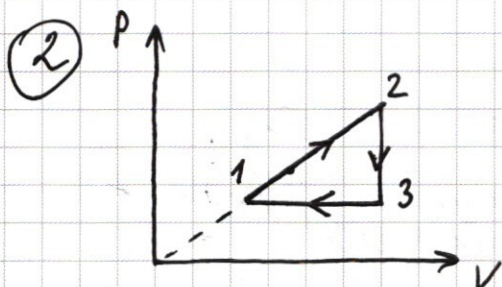
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

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



1) 1-2: равновесная процесс, объем

$p = \alpha V$, α - некий константный процесс.

$$T_1 = \frac{p_1 V_1}{\nu R}, \quad T_2 = \frac{p_2 V_2}{\nu R}$$

$$T_2 - T_1 = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{\nu R} = \frac{\alpha (V_2^2 - V_1^2)}{\nu R} > 0, \text{ так нагрев.}$$

2-3: изохорический процесс $\frac{p}{V} = \text{const.}$

$$\frac{V_3}{T_3} = \frac{V_2}{T_2} = 1, \quad \frac{T_3}{T_2} = \frac{V_3}{V_2} \Rightarrow \frac{T_3}{T_2} = \frac{p_3}{p_2} < 1, \text{ так охлаждение.}$$

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

$$Q_{23} = C_{23} \cdot \nu \cdot (T_3 - T_2) \Rightarrow C_{23} = \frac{3}{2} R$$

3-1: изобарический процесс $\frac{V_3}{T_3} = \frac{V_1}{T_1} \Rightarrow \frac{T_1}{T_3} = \frac{V_1}{V_3} < 1,$
так охлаждение

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) + p_1 \cdot (V_1 - V_3) =$$

$$= \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) + \nu R (T_1 - T_3) = \frac{5}{2} \nu R (T_1 - T_3) = C_{31} \cdot \nu (T_1 - T_3) \Rightarrow$$

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

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

2) $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$

$$\frac{Q_{12}}{A_{12}} = 1 + \frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = 1 + \frac{\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)}{\frac{1}{2} (p_2 + p_1) (V_2 - V_1)} = 2$$

$$= 1 + \frac{\frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)}{\frac{1}{2} (p_2 + p_1) (V_2 - V_1)} = 1 + \frac{\frac{3}{2} \alpha (V_2^2 - V_1^2)}{\frac{1}{2} \alpha (V_2 + V_1) (V_2 - V_1)} =$$

$$= 1 + 3 = 4$$

$$3) \quad \eta = \frac{A}{Q_1}$$

$$Q_{12} > 0 \text{ (из пункта 2)}$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} < 0$$

$$Q_{31} = \frac{5}{2} pR (T_1 - T_3) < 0, \text{ значит } Q_+ = Q_{12}$$

$$A = \frac{1}{2} (p_2 - p_3) (V_3 - V_1) \text{ — площадь треугольника в координатах } p-V$$

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

$$Q_{12} = 4 \cdot A_{12} \text{ (из пункта 2)} = 4 \cdot \frac{1}{2} (p_1 + p_2) (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot \Delta (V_2^2 - V_1^2) = 2\Delta (V_2^2 - V_1^2)$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{12}} = \frac{\frac{1}{2} \Delta (V_2 - V_1) (V_2 - V_1)}{2\Delta (V_2 - V_1) (V_2 + V_1)} = \frac{1}{4} \cdot \frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}$$

Пусть $V_2 = k \cdot V_1$, тогда

$$\eta = \frac{1}{4} \cdot \frac{k-1}{k+1} = \frac{1}{4} \left(1 - \frac{2}{k+1} \right) \text{ — функция, которая возрастает, когда } k \text{ также возрастает, т.е. } \eta_{\max} \text{ будет при } k \rightarrow +\infty, \text{ тогда}$$

$$\eta_{\max} = \lim_{k \rightarrow +\infty} \left(\frac{1}{4} \left(1 - \frac{2}{k+1} \right) \right) = \frac{1}{4}$$

Ответ: 1) $\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{3}{5}$

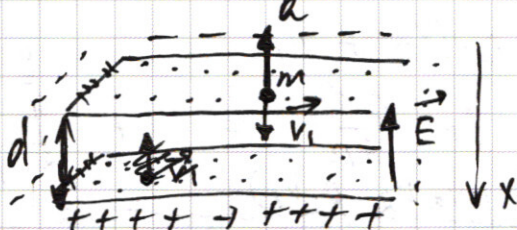
2) $\frac{Q_{12}}{A_{12}} = 4$

3) $\eta_{\max} = \frac{1}{4} = 25\%$

③ Дано:
 $d, V_1,$
 $\frac{q}{m} = f$

- 1) $T = ?$
- 2) $U = ?$
- 3) $v_0 = ?$

Решение:



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

- 1) Частица может лететь только со стороны плюса. Заряде. negatively, т.к. именно в этом случае её ускорение противоположно напр. скорости.

$$a = \frac{F_{эл.}}{m} = -\frac{qE}{m} = -\gamma E < 0$$

Расстояние, которое пройдет газ. до остановки $s = 0,2d$ $F_{эл.}$ - сила эл. поля

$$a = \frac{F_{эл.}}{m} = \frac{q \cdot E_x}{m} = \gamma E_x$$

Ускорение должно быть отриц., чтобы частица могла остановиться, значит $E_x < 0$, а частица движется от отриц. заряда. к плюсу.

Пусть s , пробег. Премещение s частицы равно $d - 0,2d = 0,8d$

$$s = \frac{1}{2} T (V_{кон.} + V_{нач.}) = \frac{1}{2} T \cdot V_1$$

$$0,8d = \frac{1}{2} T \cdot V_1 \Rightarrow T = \frac{1,6d}{V_1}$$

$$2) a = -\gamma E = -\gamma \cdot \frac{U}{d} = \frac{0 - V_1}{T} = -\frac{V_1}{T}$$

$$= \frac{-V_1^2}{1,6d}$$

3) $\frac{mV_0^2}{2} = 0 + q \cdot \varphi$ φ потенциал на расстоянии $0,2d$ от плюса. Заряд q

$$\gamma \cdot \frac{U}{d} = \frac{V_1^2}{1,6d}$$

$$U = \frac{V_1^2}{1,6\gamma}$$

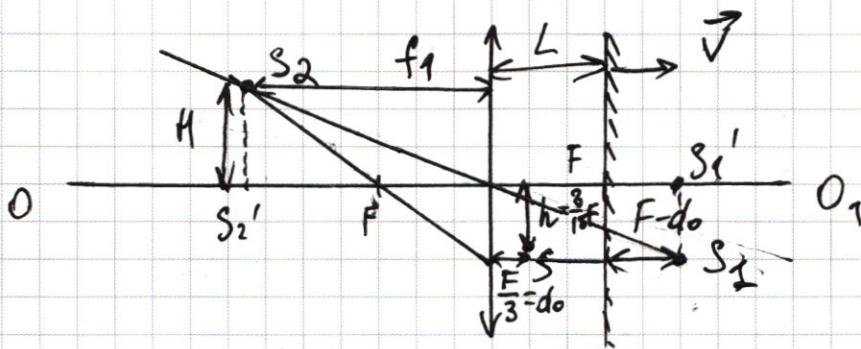
5) Дано:

$$d_0 = \frac{E}{3}$$

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

Решение:

1) $\frac{F_{эл.}}{m} = ?$ 2) $\frac{F_{эл.}}{m} = ?$ 3) $U = ?$



1) S_1 - изображение неровности в зеркале.

$$d_1 = d_0 + 2(F - d_0) = 2F - d_0$$

оп-на точкой мизга:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} \Rightarrow f_1 = \frac{F d_1}{d_1 - F} = \frac{F(2F - d_0)}{2F - d_0 - F} = \frac{F(2F - d_0)}{F - d_0} = \frac{F(2F - \frac{F}{3})}{F - \frac{F}{3}} = \frac{F \cdot \frac{5F}{3}}{\frac{2F}{3}} = \frac{5}{2} F$$

S_2 - изобр. S_1 в кукле.

$$2) \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

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

$$f' = F \cdot \frac{d'(d - F) - d' \cdot d}{(d - F)^2} = d' \cdot F \cdot \frac{-F}{(d - F)^2}$$

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

$$f' = -d' \cdot \Gamma^2$$

d' - скорость точки S_1' ,
 f' - скорость точки S_2'

$$d' = (2L - d_0)' = 2L' = 2V \Rightarrow f' = -2V \Gamma^2 = -2V \cdot \left(\frac{f}{d}\right)^2 = -2V \cdot \left(\frac{f_1}{d_1}\right)^2 = -2V \cdot \left(\frac{\frac{5F}{2}}{2F - \frac{F}{3}}\right)^2 = -2V \cdot \frac{9}{4} = -\frac{9}{2} V$$

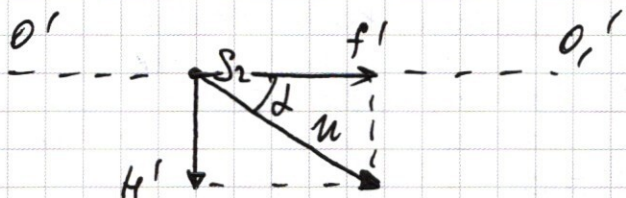
$$H = h \cdot \Gamma = h \cdot \frac{f}{d} = h \cdot \frac{F}{d - F} = H_0$$

$$H' = d' \cdot h \cdot \frac{-F}{(d - F)^2} = -d' \cdot \Gamma^2 \cdot \frac{h}{F} = f' \cdot \frac{h}{F} = f' \cdot \frac{8F}{15F^2} = \frac{8}{15} f' = \frac{8}{15} \cdot \left(-\frac{9}{2} V\right) = -\frac{12}{5} V$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

H' - скорость S_2 поперёк OO' ,

S_2 имеет 2 компонента скорости f' и H'



$$\alpha = \arctg \frac{H'}{f'} = \arctg \left(\frac{f_2^4}{5} \cdot \frac{2}{83} \right) = \arctg \frac{8}{15}$$

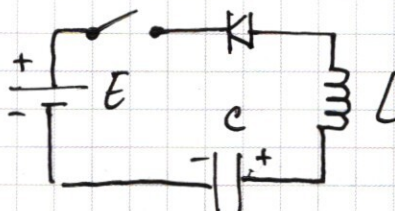
$$\begin{aligned} 3) \quad u &= \sqrt{(H')^2 + (f')^2} = \sqrt{V^2 \left(\frac{144}{25} + \frac{81}{4} \right)} = \\ &= \frac{V}{10} \sqrt{144 \cdot 4 + 81 \cdot 25} = \frac{V}{10} \sqrt{576 + 2025} = \frac{V}{10} \sqrt{2601} = \\ &= \frac{V}{10} \sqrt{3^2 \cdot 17^2} = \frac{3 \cdot 17 V}{10} = \cancel{15.3 V} 5,1 V \end{aligned}$$

- Отв.: 1) $\frac{5}{2} F$
2) $\arctg \frac{8}{15}$
3) ~~15.3 V~~ 5,1 V

4) Дано:

$$\begin{aligned} E &= 3V \\ C &= 20 \text{ мкФ} \\ U_1 &= 6V \\ L &= 0,2 \text{ Гн} \\ U_0 &= 1V \end{aligned}$$

Решение:



- 1) $I_0' = ?$
- 2) $I_0 = ?$
- 3) $U_2 = ?$

1) Сразу после замыкания
кнопа, ~~тогда~~ ~~тогда~~

$$\text{ЭДС от конденсатора} = E_C = U_1 = 6V$$

$$\text{ЭДС от источника} = E = \text{const} = -3V$$

ЭДС в цепи равно $E_0 = E_c - E = 6 - 3 = 3В$

Ток через катушку не может измениться мгновенно, т.к. она обладает индуктивностью

$$I_0' = \frac{E_0}{L} = \frac{3}{0,2} = 15 \frac{A}{с}$$

I_0' - скорость изм. тока в цепи сразу после замыкания ключа

2) По градиенту выстрел-амперсод кар-ки море выстрел, что при падении квадрата по пороговому, ток через резистор перестает идти, значит ток в цепи будет идти, пока $E_c - E \geq U_0$
Пороговое значение напряжения на конденсаторе.

$$U_c' = E_c' = U_0 + E = 1 + 3 = 4В.$$

ЗЛ7:

$$\frac{C}{2} U_1^2 - \frac{C}{2} U_0^2 = \frac{LI_m^2}{2}$$

$$C(U_1^2 - U_0^2) = LI_m^2$$

$$I_m = \sqrt{\frac{C}{L}(U_1^2 - U_0^2)} = \sqrt{\frac{100 \cdot 10^{-6}}{0,2}(36 - 16)}$$

ЗЛ8:

$$\frac{C}{2} (U_1^2 - U_c'^2) = \frac{LI_m^2}{2}$$

$$I_m = \sqrt{\frac{C}{L}(U_1^2 - U_c'^2)} = \sqrt{\frac{100 \cdot 10^{-6}}{0,2}(36 - 16)}$$

$$= \sqrt{10^{-4} \cdot 20} = \frac{\sqrt{20}}{100} A = \frac{2\sqrt{5}}{100} A = \frac{\sqrt{5}}{20} A.$$

3) Установившееся напряжение на конденсаторе равно $U_c' = 4В$.

Ответ: 1) $15 \frac{A}{с}$
2) $\frac{\sqrt{5}}{20} A$
3) $4В$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

③ (продолжение)

После взаимодействия частица имеет скорость

$$\text{ЗСА: } \frac{mV_0^2}{2} = 0 + q\varphi$$

φ — потенциал эл. поля в точке остановки.

$$\frac{mV_1^2}{2} + q(\varphi - 0,3\text{н}) = \frac{mV_0^2}{2} = q\varphi$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = 0 + q(\varphi_0 - 0,2\text{н})$$

φ_0 — потенциал поле у пол. зар. пл-шко

$$\frac{mV_0^2}{2} = q\varphi_0 - 0,2q\text{н}$$

$$\frac{mV_1^2}{2} = q\varphi_0 - q\text{н}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2} = q \cdot 0,3\text{н}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = 0,3q\text{н} + \frac{mV_1^2}{2} = 0,3 \cdot \frac{qV_1^2}{\epsilon_0 \epsilon} + \frac{mV_1^2}{2}$$

$$= \frac{qV_1^2}{2\epsilon} + \frac{mV_1^2}{2}$$

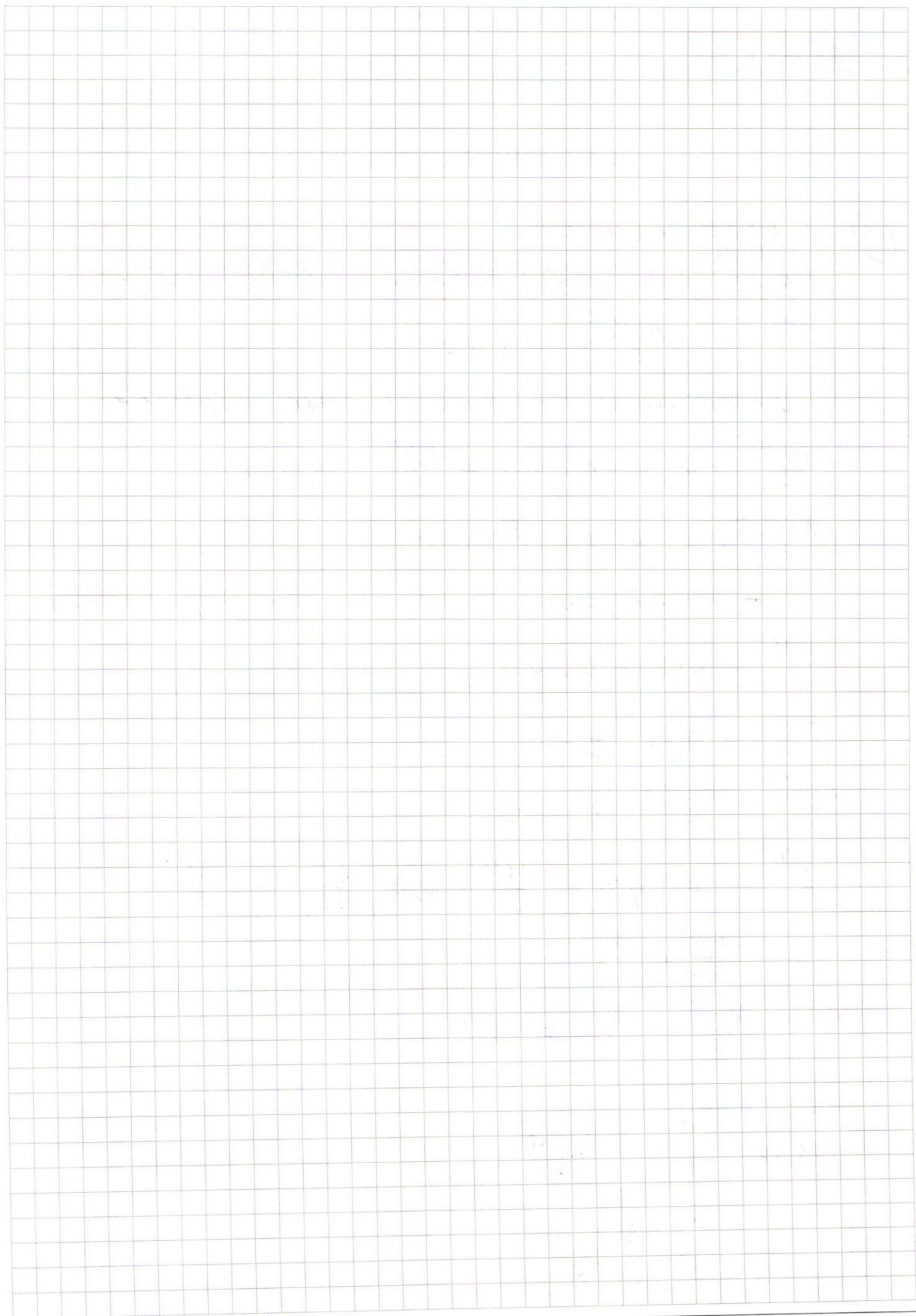
$$V_0^2 = \frac{\epsilon \cdot V_1^2}{\epsilon} + V_1^2 = 2V_1^2$$

$$V_0 = V_1\sqrt{2}$$

Ответ: 1) $\frac{1,6\text{н}}{V_1}$

2) $\frac{V_1^2}{16\epsilon}$

3) $V_1\sqrt{2}$

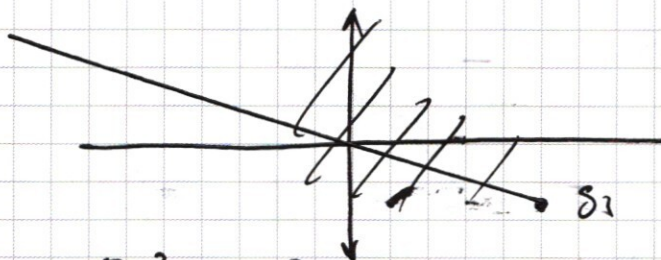


☐ черновик ☒ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 8
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5



$$d = 2F$$

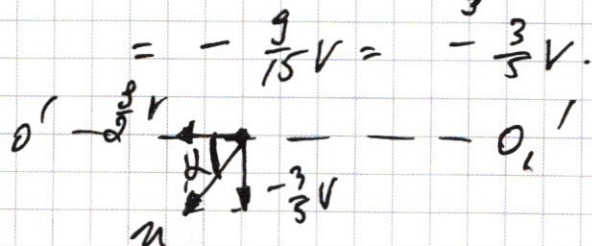
$$V_{\text{прор. ш.}} = -r^2 \cdot V_{\text{прор. ш.}} = -\frac{9}{4} \cdot 2 \cdot V = -\frac{9}{2} V$$

$$u = h \cdot f = h_0 \cdot \frac{f}{d} = h_0 \cdot \frac{F}{d-F} =$$

$$= h_0 \cdot F$$

$$u' = h_0 F \cdot \left(\frac{-d'}{d-F} \right)^2 = \frac{3}{15} F^2 \cdot \frac{-2V}{\frac{9}{4} F^2} = \frac{2}{15} - \frac{2}{15} \cdot \frac{2 \cdot 9}{4} = V =$$

$$= -\frac{9}{15} V = -\frac{3}{5} V$$



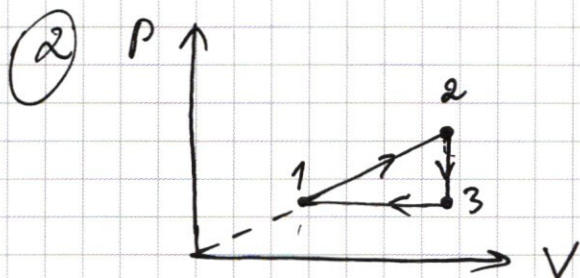
$$L = \arctg \frac{38.5}{2.3} = \arctg \frac{15}{2}$$

$$u = V \sqrt{\left(\frac{3}{2}\right)^2 + \left(\frac{3}{5}\right)^2} = V \sqrt{\frac{21}{4} + \frac{9}{25}} =$$

$$= \frac{V}{10} \sqrt{21 \cdot 25 + 36} = \frac{V}{10} \sqrt{2061} = \frac{3}{10} V \sqrt{229}$$

Ответ: 1) $\frac{5}{2} F$
2) $\arctg\left(\frac{15}{2}\right)$
3) $\frac{3}{10} V \sqrt{229}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Помним, что температура:

$$1-2: T_1 = \frac{p_1 V_1}{\nu R}$$

$$T_2 = \frac{p_2 V_2}{\nu R}$$

$$T_2 > T_1$$

2-3: изохорический процесс

$$C_v = \frac{3R}{2}$$

3-1: изобарический процесс

$$C_p = \frac{5R}{2}$$

$$V_3 = \frac{\nu R T_3}{p_3} = \frac{\nu R T_2}{p_1}$$

$$\frac{V_3}{V_2} = \frac{\frac{\nu R T_3}{p_3} - p_3}{p_3 \cdot \nu R T_2} = \frac{T_3}{T_2} \cdot \frac{p_2}{p_3}$$

$$1) \frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{3}{5}$$

$$2) Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} \quad / : A_{12}$$

$$\frac{Q_{12}}{A_{12}} = 1 + \frac{\Delta U_{12}}{A_{12}}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$\rho = d \cdot V$$

$$\Delta U_{12} = \frac{1}{2} d (V_2^2 - V_1^2)$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} (p_1 + p_2) (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} d (V_2^2 - V_1^2)$$

$$\frac{Q_{12}}{A_{12}} = 1 + 3 = 4$$

$$3) Q_+ = Q_{12} = 2d(V_2^2 - V_1^2)$$

$$A = \frac{1}{2} (p_2 - p_3) \cdot (V_3 - V_1) = \frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_3 - V_1) = \frac{1}{2} d (V_2 - V_1) (V_3 - V_1)$$

$$\frac{1}{1} = \frac{2d(V_2^2 - V_1^2)}{\frac{1}{2} d (V_2 - V_1) (V_3 - V_1)} = 4 \quad \frac{V_2 + V_1}{V_3 - V_1} = 4 \cdot \frac{V_2 + V_1}{V_2 - V_1}$$

$$V_2 = k \cdot V_1$$

$$\eta = \frac{kV_1 + V_2}{kV_1 - V_2} = \frac{k+1}{k-1}$$

$$\eta' = \frac{(k-1) - (k+1)}{k} = -\frac{2}{k}$$

$$\eta' = \frac{1}{4} \cdot \frac{k-1}{k+1} \cdot \frac{k+1 - k+1}{(k+1)^2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{(k+1)^2} > 0$$

всегда

$k \rightarrow \infty$

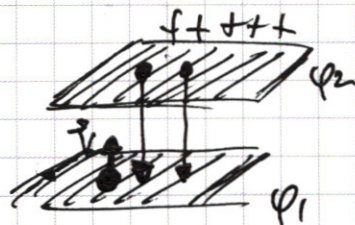
$$\eta_{\max} = \frac{1}{4} = 0.25$$

Ответ: 1) $\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{3}{5}$

2) 4

3) $1/4$

③



$$E = \text{const.}$$

$$E = \frac{u}{d}$$

$$a = -\frac{qE}{m} = -jE = \text{const.}$$

1) Частица входит со скоростью v_1 горизонтально, а после вылета не отклоняется, значит путь s , пройденный частицей, равен $d = 0,2d = 0,8d$

$$0,8d = \frac{1}{2} T \cdot (V_1 + 0) = \frac{1}{2} T \cdot V_1 \Rightarrow T = \frac{1,6d}{V_1}$$

$$2) a = -\frac{qE}{m} = -jE = -j \frac{u}{d}$$

$$a = \frac{0 - V_1}{T} = -\frac{V_1}{T} = -\frac{V_1 \cdot V_1}{1,6d} = -\frac{V_1^2}{1,6d}$$

$$+\frac{V_1^2}{1,6d} = +j \cdot \frac{u}{d}$$

$$u = \frac{V_1^2}{1,6 \cdot j}$$

3) ЗСА:

$$q \cdot \varphi = \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} \quad q\varphi_1 = \frac{m}{2} (V_1^2 - V_0^2)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$2j \cdot \varphi_1 = \frac{V_1^2 - V_0^2}{V_0^2} = \frac{V_1^2}{V_0^2} - 1$$

$$V_0^2 = V_1^2 + 2j\varphi_1$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = u$$

$$\varphi_2 = -\varphi_1$$

$$2\varphi_1 = u \Rightarrow \varphi_1 = \frac{u}{2}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = -q\varphi_3 = \frac{mV_1^2}{2} = q\varphi_1$$

$$= q \cdot 0,8u$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{u}{2}$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = -u$$

$$\varphi - \varphi_2 =$$

$$\frac{V_0^2 + V_1^2}{2} = V_0^2 = V_1^2 + j u = V_1^2 + \frac{V_1^2}{1,6} = \frac{2,6 V_1^2}{1,6}$$

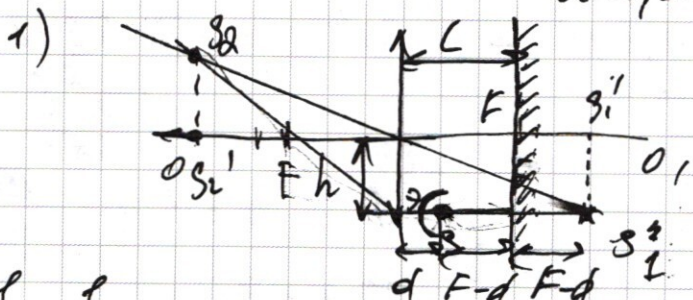
$$V_0^2 = \frac{2,6 V_1^2}{1,6}$$

$$V_0 = V_1 \sqrt{\frac{13}{8}}$$

Ответ:

- 1) $\frac{1,6d}{V_1}$
- 2) $\frac{V_1}{1,6g}$
- 3) $V_1 \sqrt{\frac{13}{8}}$

5)



$$u' = 0,2u$$

$$h = \frac{8}{13} F$$

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

$$\frac{c'}{c} = \frac{1}{0,2}$$

$$\frac{u'}{u} = 0,2$$

$$d = 2L - 2d_0 + d_0 = 2L - d_0$$

$$d' = 2L' - \frac{2L}{2} = 2L'$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2}$$

$$F = \frac{d_1 d_2}{d_1 + d_2} = \frac{2(F-d+d) \cdot 2((F-d)+d)}{(2(F-d)+d)F} = \frac{2(F-d+d) \cdot 2((F-d)+d)}{(2(F-d)+d)F}$$

$$= \frac{F \cdot (2F-d)}{F+d} = \frac{F \cdot (2F-\frac{F}{3})}{F+\frac{2F}{3}} = \frac{F \cdot \frac{5F}{3}}{\frac{5F}{3}} = \frac{5}{3} F$$

$$d = 2F - d$$

$$d_1 = 2F - d_0 = 2(F-d_0) + d_0 = 2F + d_0 = 2F + \frac{F}{3} = \frac{5F}{3}$$

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

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

$$I = 8 \cdot 10^{-4} = 0,8 \text{ mA}$$

$$2) |V_{S2}| = r^2 \cdot V_{S1}' = r^2 \cdot |2V|$$

$$r = \frac{f}{d} \quad r^2 = \left(\frac{f}{d} \right)^2 = \left(\frac{8 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-2}} \right)^2 = \frac{8}{4}$$

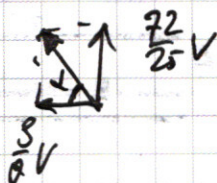
$$V_{S2}' = \frac{8}{4} \cdot 2V = \frac{8}{2} V$$

$$H = h \cdot r = \frac{8}{15} F \cdot \frac{f}{d}$$

$$H' = \frac{8}{15} F \cdot \frac{f'd - d'f}{d^2} = \frac{8}{15} F \cdot \frac{f}{d} \cdot \frac{d' - d}{d} = \frac{8}{15} F \cdot \frac{f}{d} \cdot \frac{d' - d}{d}$$

$$= \frac{8}{15} F \cdot \frac{f}{d} \cdot \frac{d' - d}{d} = \frac{8}{15} F \cdot \frac{f}{d} \cdot \frac{d' - d}{d} = \frac{8}{15} F \cdot \frac{f}{d} \cdot \frac{d' - d}{d}$$

$$= -\frac{8}{15} \cdot V \cdot \frac{5(45 - 60)}{25} = -\frac{8}{15} \cdot V \cdot \frac{9 \cdot 15}{25} = -\frac{72}{25} V$$



$$\alpha = \arctg \frac{72 \cdot 2}{25 \cdot 9} = \arctg \frac{16}{25}$$

$$3) u = \sqrt{\left(\frac{72}{25} V \right)^2 + \left(\frac{5}{25} V \right)^2} = V \sqrt{\frac{72^2 + 5^2}{25^2}} = \frac{V}{25} \sqrt{72^2 + 5^2}$$

$$= \frac{V}{10} \sqrt{(8 \cdot 9)^2 + 5^2} = \frac{V}{10} \sqrt{8^2 \cdot 9^2 + 5^2} = \frac{V}{10} \sqrt{64 \cdot 81 + 25} = \frac{V}{10} \sqrt{5209}$$

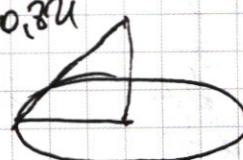
$$= \frac{3}{10} V \sqrt{64455} = \frac{3}{10} V \sqrt{881}$$

$$\frac{625}{256} = \frac{369}{256}$$

$$369 = 3 \cdot 41$$

$$0 - \frac{mv_0^2}{2} = -q \cdot 0,8u$$

$$0,8u = \frac{mv_0^2}{2}$$



$$\frac{q}{2\epsilon_0} = \frac{q}{2\epsilon_0} = \frac{q}{2\epsilon_0}$$

$$\frac{q}{2\epsilon_0} d$$



$$u = \varphi_1 - \varphi_2$$

$$\frac{10}{16} = \frac{5}{8}$$

$$q(\varphi_1 - \varphi) < 0$$

$$\varphi_1 < \varphi < \varphi_2$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 < 0 = -u$$

$$u = 2\varphi_1$$

$$-2\varphi_1 q = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\varphi_1 = -\varphi_2$$

$$u = \varphi_2 - \varphi_1 = 2\varphi_2$$