

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-05

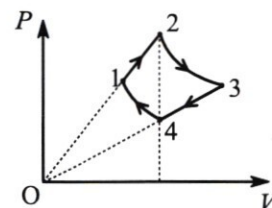
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

1. Шарик подвешен в поле тяжести на легкой упругой пружине с неизвестной жесткостью. Шарик поднимают вверх до положения, когда пружина не деформирована, и отпускают. При дальнейшем движении шарика вдоль вертикали в некоторые моменты времени силы, действующие на шарик со стороны пружины, отличаются в 2 раза, а модули ускорений равны.

- 1) Найти модуль ускорения в эти моменты.
- 2) Найти отношение кинетических энергий шарика в эти моменты.
- 3) Найти отношение максимальной энергии деформации пружины к максимальной кинетической энергии шарика.

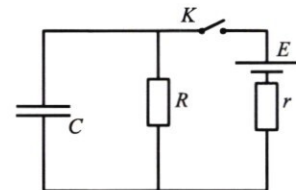
2. Идеальный одноатомный газ из состояния 1 с температурой T_1 расширяется в процессе 1-2 прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V . В процессе 1-2 давление увеличивается в $k = 2$ раза. Затем газ расширяется в изотермическом процессе 2-3, сжимается в процессе 3-4 прямо пропорциональной зависимости давления от объема и сжимается в изотермическом процессе 4-1. Объемы газа в состояниях 2 и 4 равны.

- 1) Найти температуру газа в процессе 2-3.
- 2) Найти отношение давлений в состояниях 1 и 3.
- 3) Найти молярную теплоемкость газа в процессе 1-2.



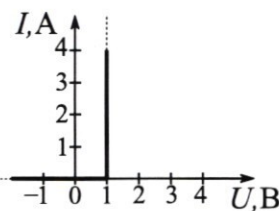
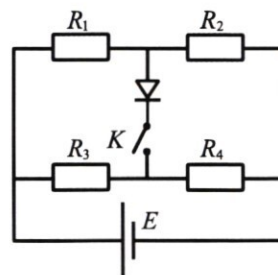
3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, конденсатор не заряжен. Величины E, R, C известны, $r = R$. Ключ K на некоторое время замыкают, а затем размыкают, когда скорость роста энергии конденсатора максимальна.

- 1) Найти ток, текущий через конденсатор, сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти ток, текущий через конденсатор, сразу после размыкания ключа.
- 3) Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?



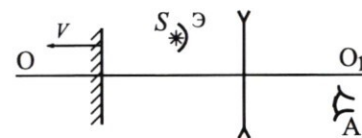
4. В цепи используется мостовая схема (см. рис.). ЭДС идеального источника $E = 10$ В, $R_2 = 12$ Ом, $R_3 = 8$ Ом, $R_4 = 2$ Ом. Вольтамперная характеристика диода показана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В.

- 1) Найти ток через резистор R_3 при разомкнутом ключе K .
- 2) При каких значениях R_1 ток потечет через диод при замкнутом ключе K ?
- 3) При каком значении R_1 мощность тепловых потерь на диоде будет равна $P_D = 1,25$ Вт?

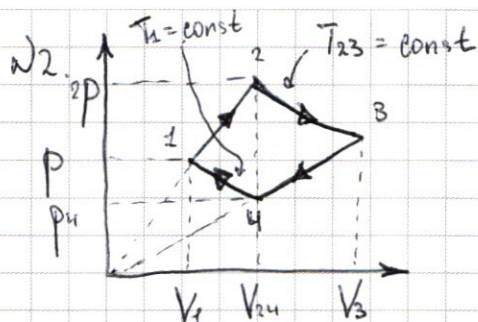


5. Оптическая система состоит из тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием $-F$ ($F > 0$), плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси линзы OO_1 . Источник S находится на расстоянии $3F/4$ от оси OO_1 и на расстоянии $F/2$ от плоскости 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) Пусть давление в г.1 равно p , тогда по условию давл. в точке 2 равно $2p$. Соответствующие объёмы изобр. на графике

в пр-се $1 \rightarrow 2$ давление $\sim$ объёму: $p \sim V_1$

$$2p = 2V_2$$

$$2 = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow V_2 = 2V_1$$

Ур-ие состояния для 1 и 2:

$$pV_1 = \nu RT_1 \quad (1)$$

$$2pV_2 = \nu RT_2 \quad (2)$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2V_2}{V_1} = 4 \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \boxed{T_2 = 4T_1}$$

2) Уравнение состояния для 3: $(3) p_3 V_3 = \nu RT_3 \Rightarrow$

$$\Rightarrow p_3 = \frac{\nu RT_3}{V_3} = \frac{\nu R 4T_1}{V_3} \quad (*)$$

$$2-3 - \text{изотерма} \Rightarrow 2pV_2 = p_3V_3 \quad (4)$$

$$\text{в участке } 3-4 \text{ давление пропорц. объёму} \Rightarrow p_3 = 2V_3$$

$$\text{Уравнение сост. для 4: } p_4V_4 = \nu RT_1$$

$$4-1 - \text{изотерма: } p_4V_4 = pV_1$$

$$\frac{p_3}{p_4} = \frac{V_3}{V_4}$$

Исбавляясь от изоб и подставляя в (*)

$$\text{получим: } \frac{2p}{p_3} = \frac{2p_3}{4p} \Rightarrow 4p^2 = 4p_3^2 \Rightarrow \frac{p}{p_3} = 1$$

$$\text{т.е. отношение давлений } \boxed{1 = \frac{p}{p_3} = 1}$$

3) Первое начало термодинамики для 1-2:

$$Q = A_{12} + c_V \nu \Delta T \quad (*)$$

по определению: $Q = c_V \nu \Delta T$ (c_V — изохорная теплоемкость)

A_{12} — площадь под графиком процесса пр-са 1-2

$$\begin{aligned} A_{12} &= \frac{1}{2} \int p(V_{24} - V_1) = \frac{3}{2} (pV_{24} - pV_1) = \\ &= \frac{3}{2} \left(\frac{2pV_{24}}{1} - pV_1 \right) = \frac{3}{2} \left(\frac{\nu RT_{23}}{2} - \nu RT_1 \right) \quad \begin{array}{l} \text{по 1-му началу термодинамики} \\ \text{и соотн. ур-ния состояния} \end{array} \\ &= \frac{3}{2} \nu R \left(\frac{4T_1}{2} - T_1 \right) = \frac{3}{2} \nu R T_1 \end{aligned}$$

подставим в (*), заменив $\Delta T = T_{23} - T_1 = 4T_1 - T_1 = 3T_1$

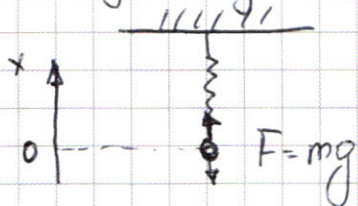
$$c_V \cdot 3T_1 = \frac{3}{2} \nu R T_1 + c_V \nu \cdot 3T_1 = \frac{3}{2} \nu R T_1 + \frac{3}{2} \nu R \cdot 3T_1$$

$\frac{3}{2} R$ (для 1 моля газа)

$$c_V = \frac{R}{2} + \frac{3}{2} R = 2R \Rightarrow \boxed{c_V = 2R}$$

Ответ: 1) $T_{23} = 4T_1$ 2) $L = 1$ 3) $c_V = 2R$

№1 1) до отрыва



Очевидно, что в этих случаях ускорения имеют прогиб.

направления (т.к. II-3 Н. по осм x

$$m a_x = F_x - mg \Rightarrow a_x = \frac{F_x}{m} - g$$

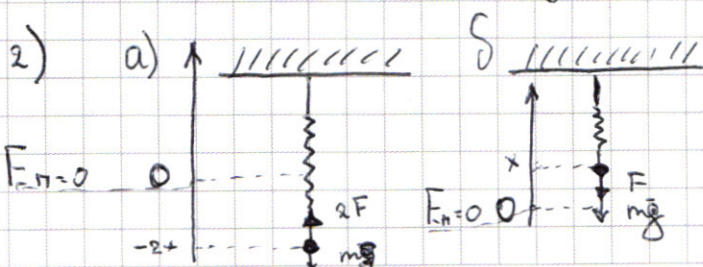
линейная функция от F_x

a) $\vec{a} \uparrow \text{ox}$:

$$m a = \frac{2F}{m} - g m$$

b) $\vec{a} \downarrow \text{ox}$: $-m a = -F - m g \Rightarrow$ избавляясь от $\frac{F}{m}$: $a = 2(g - g) - g$

$$\boxed{a = -3g}$$



$F \propto x \Rightarrow$ модуль смещения отклоняется как 2:2 ($\frac{2F}{F}$)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

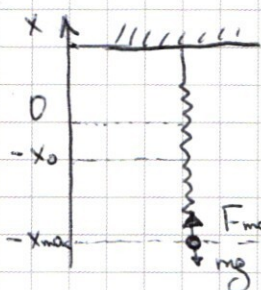
Вид: движение является колебательным со ^{свободными} колебаниями
положением равновесия $\Rightarrow$ в любой момент $a = \omega_0^2 \delta$

$E = \frac{m\delta^2}{2} \Rightarrow$ отношение мех. энергий (1) своб. колебаний

имеет вид: $L = \left(\frac{\delta_1}{\delta_2}\right)^2 = \left(\frac{a_1 \omega_0}{\omega_0 a_2}\right)^2 = \left(\frac{a}{a}\right)^2 = 1$

$L = 1$

3) Максимальная кин. энергия, когда тело проходит ^{до нуля} положение равновесия (свободное), которое при движении



$mg = kx_0$ (2)

($x_0 > 0$ и $x_{max} > 0$)

$F_{max} = kx_{max}$ — соотв. максимальной энергии деформации ($v=0$) при ^{до нуля}

ЗСЭ для нач. положения и максимумов E_d — энергия деформации и E_k — кин. энергия

отсюда $\begin{cases} mgx_{max} = \frac{kx_{max}^2}{2} = E_{d,max} \\ mgx_{max} = E_{k,max} + \frac{kx_0^2}{2} + mg(x_{max} - x_0) \\ mg = kx_0 \text{ (2)} \end{cases}$

$mg \frac{2mg}{k} = E_{k,max} + \frac{k}{2} \left(\frac{mg}{k}\right)^2 + mg \left(\frac{2mg}{k} - \frac{mg}{k}\right)$

$E_{k,max} = \frac{2}{4} \frac{(mg)^2}{k} - \frac{(mg)^2}{2k} - \frac{(mg)^2}{k} = \frac{5(mg)^2}{2k} - \frac{(mg)^2}{2k}$

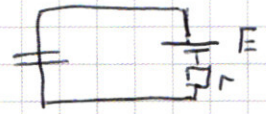
$E_{d,max} = \frac{kx_{max}^2}{2} = \frac{k}{2} \left(\frac{2mg}{k}\right)^2 = \frac{2(mg)^2}{k}$

$\beta = 4$

Искомое отношение $\beta = \frac{E_{d,max}}{E_{k,max}} = 4 \frac{(mg)^2/k}{(mg)^2/k} \cdot \frac{2}{5} = \frac{8}{5} \Rightarrow \beta = \frac{8}{5}$

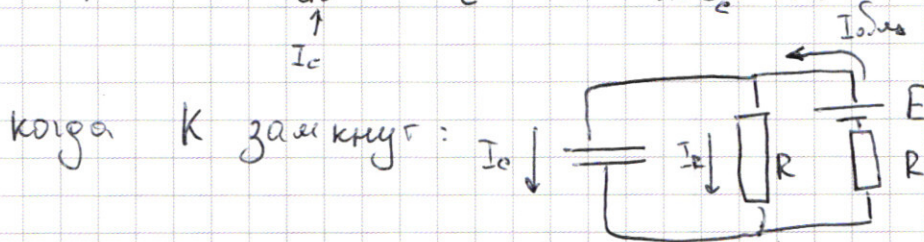
Ответ: 1) $a=3g$ 2) $\lambda=1$ 3) $\beta=\frac{2}{5}$ $\beta=4$

НЗ. сразу после замыкания напряжение на C не меняется скачком $\Rightarrow U_C = 0 = U_R$ (C и R соединены параллельно $\Rightarrow$ ток $\frac{2}{3}$ резистора R нет)
по 3. Ома: $E = I_0 r \Rightarrow I_0 = \frac{E}{R}$



2) скорость роста энергии $\frac{dW_e}{dt} = \frac{d(\frac{q^2}{2C})}{dt} = \frac{1}{2C} \frac{dq^2}{dt} =$

$$= \frac{1}{2C} 2q \cdot \frac{dq}{dt} = \frac{q}{C} \cdot I_C = U_C I_C = P_C$$



из правил Кирхгофа:

$$\begin{cases} I_0 + I_C = I_R + I_C \\ E = I_0 r + I_R R - I_C R \\ I_R R = U_C \end{cases}$$

$$\begin{cases} E = I_R R + I_C R + I_R R = 2I_R R + I_C R \\ I_R R = U_C \end{cases} \quad \begin{cases} I_R = \frac{E}{R} - \frac{I_C}{2} \\ \frac{E}{R} - \frac{I_C}{2} R = U_C \quad (1) \end{cases}$$

В момент размык. $P_C = P_{\max}$

подст. U_C из (1): $P_C = \frac{I_C}{2} (E - I_C R) = -\frac{I_C^2 R}{2} + \frac{I_C E}{2}$

- кв. функция от $I_C \Rightarrow$ максимум в вершине ($I_{Cm} = \frac{E}{2R}$)

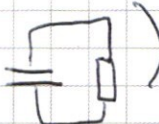
$$I_{Cm} = -\frac{E}{2} : \left(-\frac{2R}{2}\right) = \frac{E}{2R}$$

Сразу после размыкания цепи напр. на C не меняется скачком $\Rightarrow U_{Cm} = R \frac{E}{R} - \frac{I_{Cm}}{2} = \frac{E}{4R} R = \frac{E}{4}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

А контур имеет вид  по 3. Делая: $U_{em} = IR$

$$I = \frac{U_{em}}{R} = \frac{E}{4R} \Rightarrow \boxed{I = \frac{E}{4R}}$$

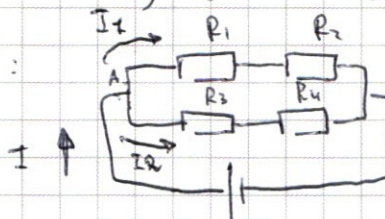
3) по ЗСЭ (где нет источников в контуре )

$$Q = \frac{CU_{em}^2}{2} = \frac{C}{2} \frac{E^2}{16} = \frac{CE^2}{32} \Rightarrow \boxed{Q = \frac{CE^2}{32}}$$

Ответ: 1) $I_0 = \frac{E}{R}$ 2) $I = \frac{E}{4R}$ 3) $Q = \frac{CE^2}{32}$

Н 4. При размыкании ключа:

идет ток как на рис.



$$I = \frac{E}{R_{общ}} = \frac{E}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)} = \frac{E(R_1 + R_2 + R_3 + R_4)}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}$$

параллельное соединение

$$I_1(R_1 + R_2) = I_2(R_3 + R_4) \Rightarrow I_1 = I_2 \frac{R_3 + R_4}{R_1 + R_2}$$

для узла А: $I_2 + I_1 = I$

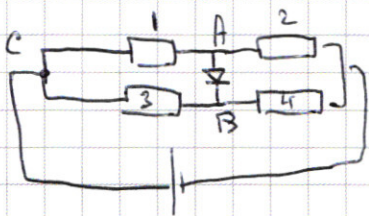
подставляем:

$$\frac{E(R_1 + R_2 + R_3 + R_4)}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)} = I_2 \left(\frac{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}{R_1 + R_2} \right)$$

$$\boxed{I_2 = \frac{E}{R_3 + R_4}}$$

$$I_2 = \frac{10 \text{ В}}{10 \text{ Ом}} = 1 \text{ А}$$

2) Ток будет течь через диод, когда $U \geq U_0$



$$U = \varphi_A - \varphi_B \quad (\text{именно такие значения, т.к. диод имеет полярность})$$

$$U = \varphi_A - \varphi_B + \varphi_C - \varphi_C = (\varphi_A - \varphi_C) + (\varphi_C - \varphi_B) = -U_1 + U_3$$

где U_1 - напр на R_1 , а U_3 - напр на R_3

Рассел. пограничные случаи, когда токи, как на самом первом рисунке (I , I_1 и I_2)

Условие протекания тока z/z диод:

$$U_3 - U_1 \geq U_0$$

$$I_2 R_3 - I_1 R_1 \geq U_0$$

$$\frac{E R_3}{R_3 + R_4} - \frac{E R_1 (R_3 + R_4)}{(R_3 + R_4) (R_1 + R_2)} \geq U_0$$

т.к.
($R_1 \neq 0$)

$$\frac{E R_3}{R_3 + R_4} + U_0 \geq \frac{E R_1}{R_1 + R_2} = \frac{E}{1 + \frac{R_2}{R_1}}$$

$$\frac{R_3}{R_3 + R_4} - \frac{U_0}{E} \geq \frac{1}{1 + \frac{R_2}{R_1}}$$

$$\frac{E R_3 - U_0 R_3 - U_0 R_4}{E (R_3 + R_4)} \geq \frac{1}{1 + \frac{R_2}{R_1}} \quad \left| \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) (E (R_3 + R_4)) \right.$$

$\rightarrow$ (по данным из условий)

$$\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) ((E - U_0) R_3 - U_0 R_4) \geq E (R_3 + R_4)$$

$$\frac{R_2}{R_1} \geq \frac{E (R_3 + R_4)}{(E - U_0) R_3 - U_0 R_4} - 1$$

$$R_2 \cdot \frac{(E - U_0) R_3 - U_0 R_4}{E (R_3 + R_4)} \geq R_1 (E R_3 + E R_4 - E R_3 - U_0 R_3 + U_0 R_4)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$R_1 \leq R_2 \cdot \frac{(E - U_0) R_3 - U_0 R_4}{E R_4 + U_0 (R_3 + R_4)}$$

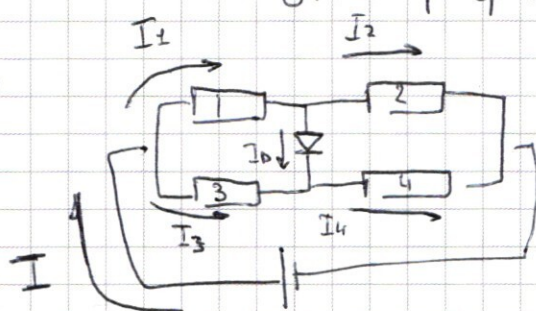
$$R_1 \leq 12 \cdot \frac{9 \cdot 8 - 2}{20 + 10} = 12 \cdot \frac{70}{30} =$$

$$R_1 \leq 28 \text{ Ом}$$

(Условие балансировки
можно не проверять т.к. оно совб $\varphi_A - \varphi_B = 0$,
а у нас R_1 : $\varphi_A - \varphi_B \geq U_0$)

$$3) P_D = U_D I_D$$

Пусть ток, как на
рисунке



по правилам Кирхгофа:

$$I_D + I_3 = I_4$$

$$I_2 + I_4 = I$$

$$I = I_D + I_2 + I_3$$

$$(I_D + I_2) R_1 + U_D = I_3 R_3$$

$$U_D + I_4 R_4 = I_2 R_2$$

$$E = I_2 R_2 + (I_D + I_2) R_1$$

$$I_1 = I_D + I_2$$

$$I_D + I_3 = I_4$$

$$I_2 + I_4 = I$$

$$I = I_1 + I_3$$

$$I_1 R_1 + U_D = I_3 R_3$$

$$U_D + I_4 R_4 = I_2 R_2$$

$$\underline{\underline{E = I_1 R_1 + I_2 R_2}}$$

$$I_D + I_3 = I_4$$

$$I_2 + I_4 = I_D + I_2 + I_3$$

$$(I_D + I_2) R_1 + U_D = I_3 R_3$$

$$U_D + I_4 R_4 = I_2 R_2$$

$$E = I_2 R_2 + (I_D + I_2) R_1$$

Итого:

$$(I_D + I_2) R_1 + U_D = I_3 R_3$$

$$U_D + (I_D + I_3) R_4 = I_2 R_2 \quad (2)$$

$$E = I_2 R_2 + (I_D + I_2) R_1 \quad (3)$$

$$I_2 R_2 = U_D + R_4 \left(I_D + \frac{(I_D + I_2) R_1 + U_D}{R_3} \right)$$

$$I_2 R_2 = U_D + I_D R_4 + U_D \frac{R_4}{R_3} + I_2 R_1 \frac{R_4}{R_3} + I_D R_1 \frac{R_4}{R_3}$$

$$I_2 \left(R_2 - R_1 \frac{R_4}{R_3} \right) = U_D + I_D R_4 + U_D \frac{R_4}{R_3} + I_D R_1 \frac{R_4}{R_3}$$

$$I_2 = \frac{U_D \left(1 + \frac{R_4}{R_3} \right) + I_D \left(R_4 + R_1 \frac{R_4}{R_3} \right)}{R_2 - R_1 \frac{R_4}{R_3}}$$

пог. б (2) ~~вариант~~

$$R_2 \cdot \frac{U_D \left(1 + \frac{R_4}{R_3} \right) + I_D R_4 \left(1 + \frac{R_1}{R_3} \right)}{R_2 - R_1 \frac{R_4}{R_3}} = U_D + R_4 (I_D + I_3)$$

$$\frac{U_D R_2 \left(1 + \frac{R_4}{R_3} \right) + I_D R_2 R_4 \left(1 + \frac{R_1}{R_3} \right)}{R_4 \left(R_2 - R_1 \frac{R_4}{R_3} \right)} - \frac{U_D}{R_4} = I_D + I_3$$

↪ б.б.б.г. I₃ ~~там не нужен~~

Integral n.e. б.б. (3):

$$E = \frac{U_D R_2 \left(1 + \frac{R_4}{R_3} \right) + I_D R_2 R_4 \left(1 + \frac{R_1}{R_3} \right)}{R_2 - R_1 \frac{R_4}{R_3}} + I_D R_1 +$$

$$+ \frac{U_D R_1 \left(1 + \frac{R_4}{R_3} \right) + I_D R_1 R_4 \left(1 + \frac{R_1}{R_3} \right)}{R_2 - R_1 \frac{R_4}{R_3}}$$

пог. б.б.б. I_D = $\frac{P_D}{U_D}$ получаем упр. с к.б.б. R₁

$$E = \frac{U_D R_2 \left(1 + \frac{R_4}{R_3} \right) + \frac{P_D}{U_D} R_2 R_4 \left(1 + \frac{R_1}{R_3} \right)}{R_2 - R_1 \frac{R_4}{R_3}} + \frac{P_D}{U_D} R_1 \oplus$$

на стр. 9

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\rightarrow \oplus \frac{U_0 R_1 \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) + \frac{P_0}{U_0} R_1 R_4 \left(1 + \frac{R_1}{R_3}\right)}{R_2 - R_1 \frac{R_4}{R_3}}$$

Поскольку ур-ие содержит только неизв R_1 , подставим значения переменных в сл и получим числ. ответ в (А), чтобы избежать преобразований:

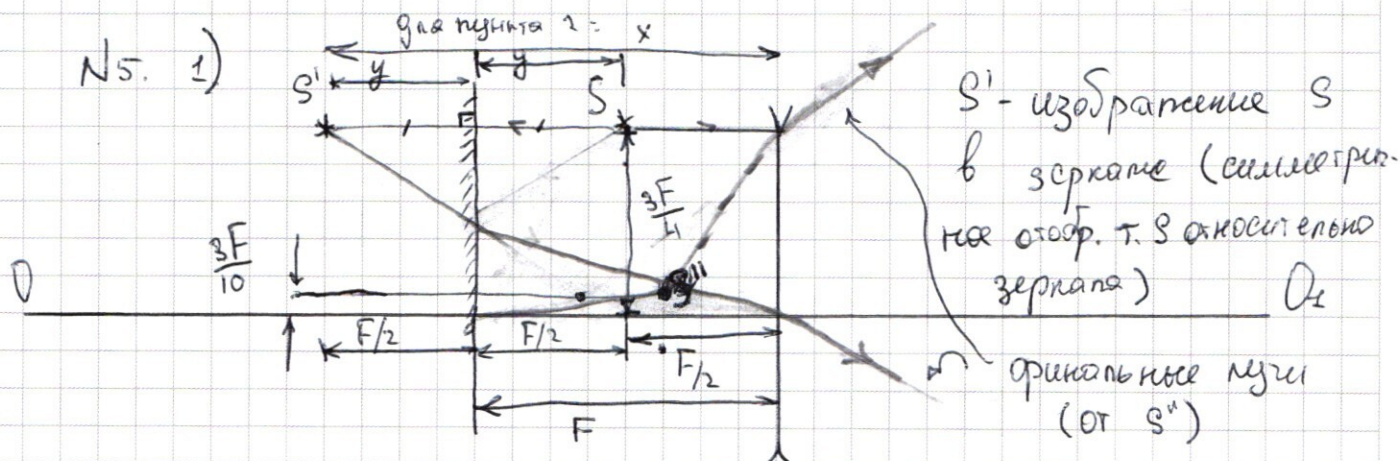
$$10 = \frac{12 \cdot \frac{5}{4} + 1,25 \cdot 24 \left(1 + \frac{R_1}{8}\right)}{12 - 0,25 R_1} + 1,25 R_1 + \frac{\frac{5}{4} R_1 + 1,25 R_1 \cdot 2 \left(1 + \frac{R_1}{8}\right)}{12 - R_1 \cdot 0,25}$$

$$120 - 2,5 R_1 = 15 + 30 + \frac{30 R_1}{8} + 15 R_1 + \frac{5}{16} R_1^2 + \frac{5}{4} R_1 + 2,5 R_1 + \frac{5}{16} R_1^2$$

$$120 = 45 + 5 R_1 + \frac{5}{4} R_1 + \frac{30 R_1}{8} + 15 R_1$$

$$75 = 20 R_1 + 5 R_1 = 25 R_1 \Rightarrow R_1 = \frac{75}{25} = 3 \text{ (Ом)}$$

Ответ: 1) $I_2 = 1 \text{ A}$ 2) $R_1 \leq 28 \text{ Ом}$ 3) $R_1 = 3 \text{ Ом}$



Формула линзы для S' : $\frac{2}{3F} - \frac{1}{F} = -\frac{1}{F}$

$$\frac{1}{F} = \frac{2}{3F} + \frac{1}{F} = \frac{5}{3F} \Rightarrow \boxed{F = \frac{3F}{5}} \quad (\text{отсчитывается от линзы})$$

$H = \Gamma h$ - высота изображения S''

$$H = \frac{f}{d} h = \frac{\frac{3F}{5} \cdot 2}{5 \cdot 3F} = \frac{3}{5} F = \frac{3}{10} F \quad (\text{отсчитывается влево})$$

Намногоголь увидит изображение источника - S'' ,
которое находится на $f = \frac{3F}{5}$ слева от линзы

перпендикулярная составляющая скорости: $v_{\perp}$

продольная: $v_{\parallel}$

предметы, эти скорости преобразуются в линзе S'
 S' т.к. они являются преобразован S''

Скорость $S' - \vec{u}$ и напр. горизонтально

$$u = \frac{dx}{dt} = \frac{d\left(\frac{F}{2} + 2y\right)}{dt} = \frac{d(2y)}{dt} = 2 \frac{dy}{dt} = 2v$$

Тогда известно, что продольные скорости отн. как Γ^2
а перпенд. как Γ , т.е. $\varphi = 0^\circ$

$$\frac{v_{\parallel}}{2v} = \Gamma^2$$

$$v_{\perp} = \Gamma \cdot 0 = 0$$

$\Rightarrow$ изображение движется горизонтально
по со скоростью $v_{\parallel}$

$$v_{\parallel} = 2v \left(\frac{F}{d}\right)^2 = 2v \left(\frac{\frac{3F}{5} \cdot 2}{5 \cdot 3F}\right)^2 = 2v \frac{4}{25} = \frac{8v}{25}$$

Ответ: 1) $f = \frac{3F}{5}$ (изобр. слева от линзы)

2) $\varphi = 0^\circ$

$$3) v_{\parallel} = \frac{8v}{25}$$

$$\boxed{v_{\parallel} = \frac{8v}{25}}$$



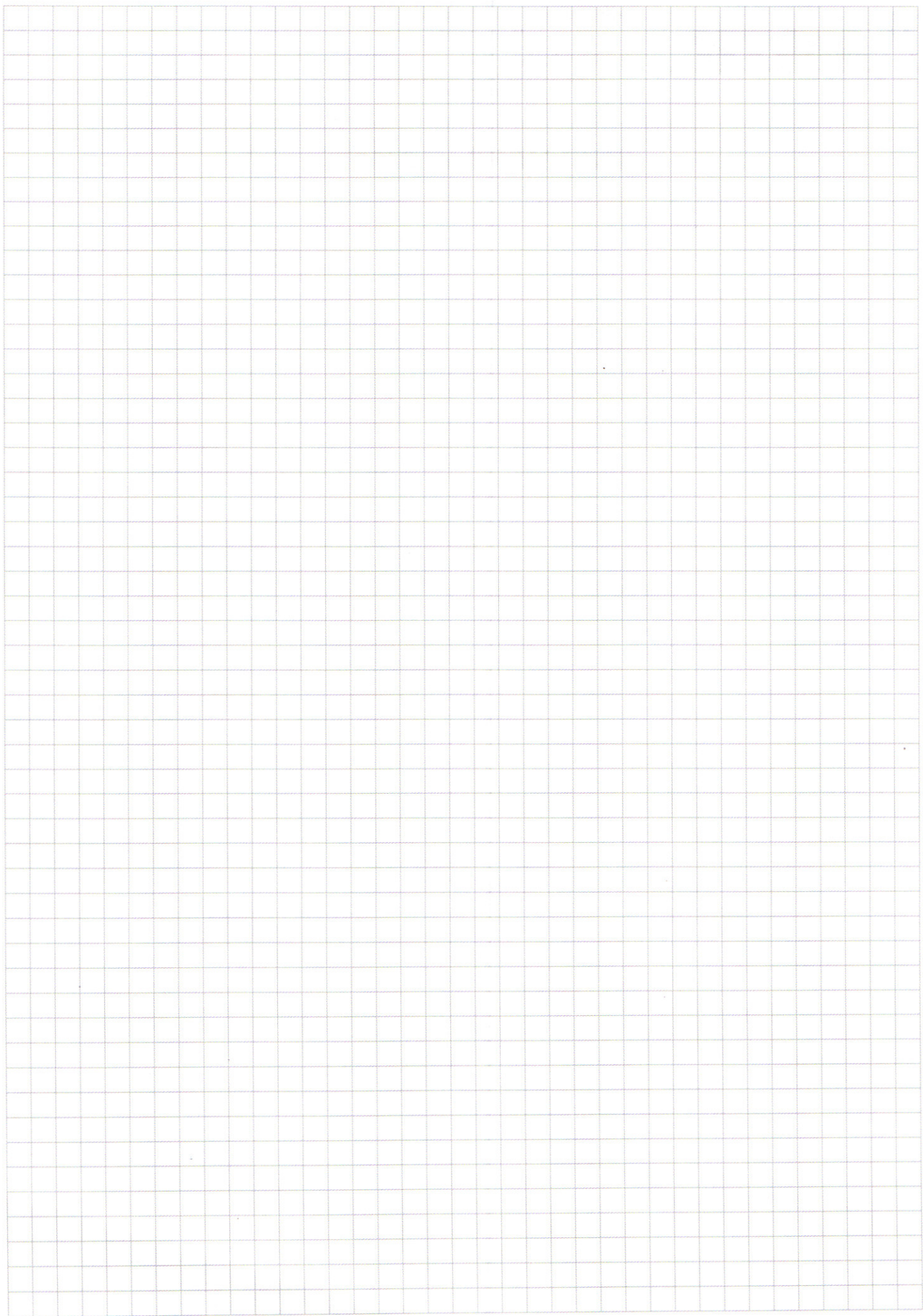
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\alpha = \frac{p_3}{p} = \frac{4\sqrt{RT_2}}{V_3 p}$$

$$p_3 V_3 = \sqrt{RT_2}$$

$$2p V_{24} = \sqrt{RT_2}$$

$$p V_1 = \sqrt{RT_1}$$

$$p_3 = 2 V_3$$

$$p_4 = 2 V_{24}$$

$$p = 2 V_1$$

$$2p = 2 V_{24}$$

$$p_3 V_3 = 4\sqrt{RT_1}$$

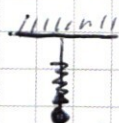
$$2p V_{24} = 4\sqrt{RT_1}$$

$$p V_1 = \sqrt{RT_1}$$

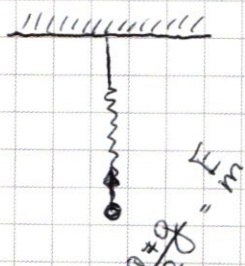
$$\frac{p_3}{p_4} = \frac{V_3}{V_{24}}$$

$$V_{24} = 2 V_1$$

$$\frac{p_3}{p} = 2 \frac{p_4}{p_3}$$



$$\frac{kx_{max}^2}{2} = \frac{kx_0^2}{2} + m\Delta s$$



$$a = 2(a-g) - g$$

$$a = 2a - 3g$$

$$p V_1 = p_4 V_{24}$$

$$p_3 V_3 = 2p V_{24}$$

$$\frac{V_{24}}{V_3} = \frac{p_4}{p_3}$$

$$v = \omega x$$

$$p V_1 = 2 p_4 V_1 \rightarrow \frac{V_1}{V_3} = \frac{p_3}{4p}$$

$$p V_3 = 4p V_1$$

$$\frac{2V_1}{V_3} = \frac{p_4}{p_3}$$

$$\frac{p}{2p_3} = \frac{2V_1}{V_3} = \frac{2p_3}{4p}$$

$$p_3 V_3 = 4\sqrt{RT_1}$$

$$2p V_{24} = 4\sqrt{RT_1}$$

$$p V_1 = \sqrt{RT_1}$$

$$\frac{p_3}{p_4} = \frac{V_3}{2V_1}$$

$$a = \omega v = \omega$$

$$v = \frac{a}{\omega}$$

$$3mgx + ES - F_0 a = \frac{3}{2} k x^2$$

$$p_3 \frac{p_3 2V_1}{p_4} = 4\sqrt{RT_1}$$

$$p V_1 = \sqrt{RT_1}$$

$$2 \frac{p_3 V_1}{p_4 p} = 4$$

$$a = \frac{2F}{m} - g$$

$$a = \frac{F}{m} + g$$

$$a = \frac{F}{m} - g$$

$$a = \frac{a_0}{2} - g$$

$$mgx + ES + \frac{kx^2}{2} = -2mgx + ES + \frac{kx_0^2}{2}$$

$$x_{\max} = \frac{2mg}{k}$$

$$E_0 =$$

$$E_{\max} = \frac{k}{2} \frac{4(mg)^2}{k^2} =$$

$$9.8 - 2 =$$

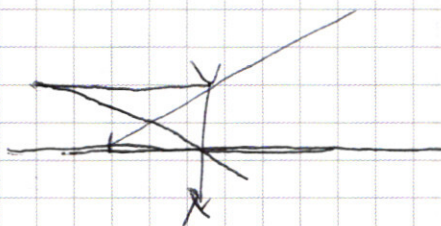
$$R_2 = 12$$

$$R_3 = 8$$

$$R_4 = 2$$

$$\frac{7}{5} F \Rightarrow S'''$$

$$\frac{5}{4} \cdot 24 = 30$$



$$\frac{5}{2F} - \frac{1}{F_2} = -\frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{F_2} = \frac{5}{2F} + \frac{1}{F} = \frac{12F}{7}$$

$$F_2 = \frac{7}{12} F$$

$$p_{\text{с}} = 0$$

$$p_{\text{с}} - p_{\text{с}} = p_{\text{с}} - p_{\text{с}} - p_{\text{с}} = p_{\text{с}}$$

$$p_{\text{с}} - m = F + m \Rightarrow F =$$

$$m = 2F - m$$