

Олимпиада «Физтех» по физике, 11 класс

Вариант 11-07

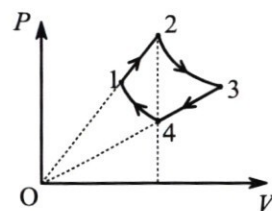
Класс 11

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 3 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.

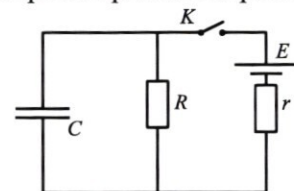
2. Идеальный одноатомный газ из состояния 1 с температурой T_1 расширяется в процессе 1-2 прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V . В процессе 1-2 объем газа увеличивается в $k = 1,8$ раза. Затем газ расширяется в изотермическом процессе 2-3, сжимается в процессе 3-4 прямо пропорциональной 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.

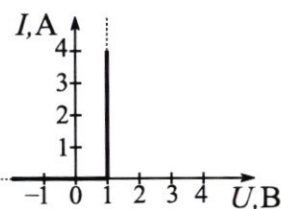
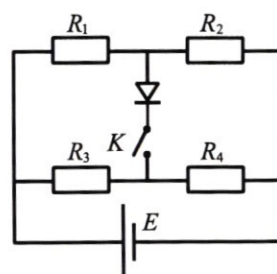
3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, конденсатор не заряжен. Величины E, R, C известны, $r = 3R$. Ключ K на некоторое время замыкают, а затем размыкают, когда скорость роста энергии конденсатора максимальна.

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



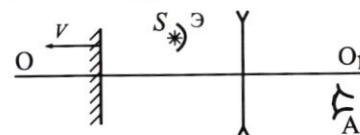
4. В цепи используется мостовая схема (см. рис.). ЭДС идеального источника $E = 8$ В, $R_2 = 3$ Ом, $R_3 = 6$ Ом, $R_4 = 2$ Ом. Вольтамперная характеристика диода показана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В.

- 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 $P_D = 2$ 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 от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $3F/2$ 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.

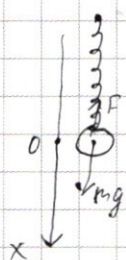


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1.

Пусть в первый момент времени ускорение шарика равно a_{1x} ,
то второй — a_{2x} . Так как $|a_{1x}| = |a_{2x}|$ и они, действующие
на шарик направлены со временем, то $a_{1x} = -a_{2x}$

Решая закон Ньютона для шарика в оба момента времени:



$$ma_{1x} = mg + F_{1x}$$

$$ma_{2x} = mg + F_{2x}$$

Если F_{1x} и F_{2x} сонаправлены и $F_{2x} = 3F_{1x}$, то

$$2mg + F_{1x} + F_{1x} = 0 \Rightarrow F_{1x} = -\frac{mg}{2}. \text{ Тогда } a = \frac{g}{2}.$$

Если F_{1x} и F_{2x} противоположны, то $a = 2g$.

Из уравнения движения $m\ddot{x} = mg - kx \Rightarrow x = \frac{mg}{k}(1 - \cos \omega t)$ ($\dot{x}(0) = 0, x(0) = 0$)

$\ddot{x}_1 = -\ddot{x}_2 \Rightarrow \cos \omega t_1 = -\cos \omega t_2$. Так как разнятся лишь знаки, то

$$\dot{x}_1^2 = \dot{x}_2^2 \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = 1 \quad (T - \text{кинетическая энергия}).$$

$$U_{\max} = \frac{k x_{\max}^2}{2} = \frac{k}{2} \cdot \left(2 \frac{mg}{k}\right)^2, \quad T_{\max} = \frac{m \dot{x}_{\max}^2}{2} = \left(\frac{mg\omega}{k}\right)^2 \cdot m$$

$$\frac{U_{\max}}{T_{\max}} = \frac{2m^2g^2 \cancel{k}^2}{k \cdot m^2g^2\omega^2 \cdot m} = 2 \quad (\omega^2 = \frac{k}{m}).$$

Ответ: $a = \frac{g}{2}, a = 2g, \frac{T_1}{T_2} = 1, \frac{U}{T} = 2$

Задача 2.

В процессе 1-2 $P = dV$ ($d = \frac{P_2}{V_2}$). Запишем уравнение состояния для
точек 1 и 2

$$\begin{cases} P_1 V_1 = \mu R T_1 \\ P_2 V_2 = \mu R T_2 \end{cases} \quad \text{Из системы, используя равенства } V_2 = K V_1 \text{ и } P_1 = \frac{P_2 V_1}{V_2},$$

получим $T_2 = T_1 K^2$. (продолжение стр. 2)

Так как процессы 2-3 и 4-1 изотермические, то

$$\begin{cases} P_2 V_2 = P_3 V_3, \\ P_1 V_1 = P_4 V_4 \end{cases} \quad \text{В процессе 3-4} \quad P = d_2 V = \frac{P_3 V}{V_3}. \quad \text{Используя зависимость } V_2 = V_4, \\ P_1 = \frac{P_2 V_1}{V_2}, \quad P_4 = \frac{P_3 V_4}{V_3}, \quad \text{из уравнения (1), получим:}$$

$$P_1 = P_3$$

$$C = \frac{\delta Q}{n dT} = \frac{dU}{n dT} + \frac{P dV}{n dT} = \frac{3}{2} R + \frac{RT dV}{V dT}.$$

В процессе 1-2 уравнение состояния имеет вид:

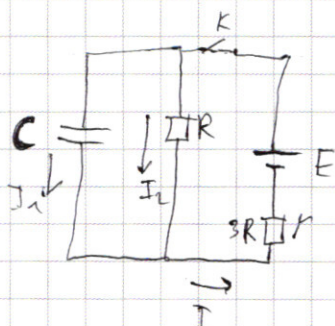
$$d_1 V^2 = \mu R T \Rightarrow (2) \frac{dV}{dT} = \frac{\mu R}{2 d_1 V}, \quad \frac{R T}{V} = \frac{d_1 V}{\mu} \quad (3).$$

Подставим выражение (2) и (3) в формулу для теплоемкости и получим:

$$C = \frac{3}{2} R + \frac{R}{2} = 3R.$$

$$\text{Откуда: } T_2 = 3,24 T_1, \quad \frac{P_1}{P_3} = 1, \quad C = 3R$$

Задача 3.



В начальный момент времени $t=0$ напряжение на конденсаторе отсутствует, ток через резистор R

не идет. Следовательно, $I_0 = \frac{E}{3R}$.

$$\frac{q}{C} = I_2 R \Rightarrow I_2 = \frac{q}{RC}, \quad I = I_1 + I_2 = \dot{q} + \frac{q}{RC}.$$

$$E = \frac{q}{C} + 3IR = 3\dot{q}R + \frac{4q}{C} \Rightarrow q = \frac{C}{4} (E - 3\dot{q}R).$$

Энергия конденсатора равна $W = \frac{q^2}{2C}$. Ее производная: $\dot{W} = \frac{q \cdot \dot{q}}{C} = \frac{(E - 3\dot{q}R)\dot{q}}{4}$. Найдём $\dot{q}$ при котором $\dot{W}$ максимальна.

$$\frac{E - 3\dot{q}R}{4} - \frac{3\dot{q}R}{4} = 0 \Rightarrow \underline{\dot{q} = \frac{E}{6R}}.$$

После размыкания всей энергии конденсатора перейдет в тепло. (продолжение см. 3)

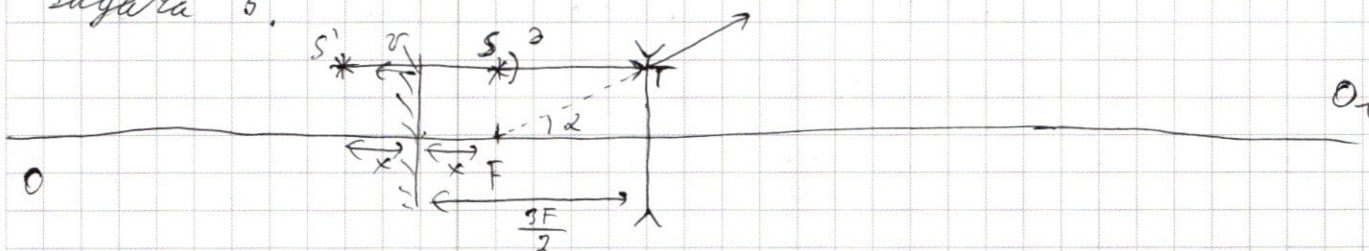
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$q = \frac{C}{4} (E - 3qR) = \frac{EC}{8}$$

$$Q = W = \frac{q^2}{2C} = \frac{E^2 C^2}{128C} = \frac{E^2 C}{128}$$

Ответ: $I_0 = \frac{E}{3R}$, $\dot{q} = \frac{E}{6R}$, $Q = \frac{E^2 C}{128}$

Задача 5.



Новый источник, создаваемый зеркалом направен S' .

S' находится на таком же расстоянии от зеркала на каком находится S .

$\frac{3F}{2} = F + x \Rightarrow x = \frac{F}{2}$. Следовательно, расстояние от линзы до S' равно $d = \frac{3F}{2} + x = 2F$. Расстояние от изображения до линзы:

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = -\frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{F} = \frac{1}{2F} + \frac{1}{F} = \frac{3}{2F} \Rightarrow \underline{f = \frac{2}{3} F}$$

Изображение двукратно увелич. FT .

$$\tan \alpha = \frac{3F}{4F} = \frac{3}{4}$$

Источник S' движется влево со скоростью $2v$. (Если источник

в СО зеркала то S' движется со скоростью v влево. Возвращаясь

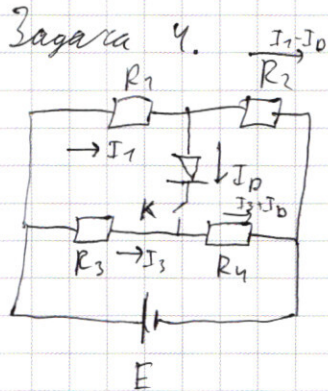
в л.аб. СО $v_{\text{л}} = v + v = 2v$)

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = -\frac{1}{F} \Rightarrow -\frac{\dot{d}}{d^2} + \frac{\dot{f}}{f^2} \Rightarrow \dot{f} = \dot{d} \frac{f^2}{d^2} = 2v \cdot \frac{4F^2}{9 \cdot 4F^2} = \frac{2}{9} v \text{ (увеличение на стр. 4)}$$

$$tg\alpha = \frac{h}{f} = \frac{\dot{h}}{\dot{f}} = \frac{3}{4} \Rightarrow \dot{h} = \frac{3}{4}\dot{f} = \frac{3}{4} \cdot \frac{2}{9}v = \frac{v}{6}$$

$$u = \sqrt{\dot{f}^2 + \dot{h}^2} = \sqrt{\frac{4v^2}{81} + \frac{v^2}{36}} = v \cdot \frac{5}{18}$$

Ответ: $f = \frac{2}{3}F$, $tg\alpha = \frac{3}{4}$, $u = \frac{5}{18}v$



При разомкнутом ключе $I_0(R_3 + R_4) = E \Rightarrow$

$$\Rightarrow I_0 = \frac{E}{R_3 + R_4} = 1 \text{ (A)}$$

При замыкании ключа через диод пойдет ток I_D . На самом диоде будет некоторое напряжение U_0 .

Обозначим I_1 ток через R_1 , I_3 ток через R_3 .

$$\begin{cases} I_1 R_1 + U_0 = I_3 R_3, \\ (I_1 - I_D) R_2 = U_0 + (I_3 + I_D) R_4, \\ I_1 R_1 + (I_1 - I_D) R_2 = E \end{cases}$$

Решая эту систему относительно I_D , получим:
$$I_D = \frac{E(R_2 R_3 - R_1 R_4) - U_0(R_3 + R_4)(R_1 + R_2)}{R_3 R_1(R_1 + R_4) + R_4 R_2(R_3 + R_1)}$$

Чтобы ток через R_1 было больше, необходимо $I_D > 0$.

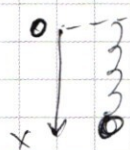
Подставляя численные значения, получим:

$$-1 < R_1 < \frac{5}{2}. \text{ Так как } R_1 \geq 0, \text{ то } 0 \leq R_1 < \frac{5}{2} \text{ (Ом)}$$

$$P_D = U_0 \cdot I_D. \text{ Численно решая уравнение, получим } R_1 = \frac{1}{2} \text{ (Ом)}$$

Ответ: 1 А, $0 \leq R_1 < 2,5 \text{ Ом}$, $R_1 = 0,5 \text{ Ом}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$m a_x = m g + F_{1x}$$

$$a_{1x} = -a_{2x}$$

$$m a_{2x} = m g + F_{2x}$$

$$m a_{1x} = m g + F_{1x}$$

$$0 = 2m g + F_{1x} + F_{2x}$$

$$-m a_{1x} = m g + F_{2x}$$

1) Силы направлены в одну сторону

$$m a_x = m g - F_1$$

$$\Rightarrow 2m g = 4F_1 \Rightarrow F_1 = \frac{m g}{2}, \quad m a_x = m g - \frac{m g}{2} = \frac{m g}{2} \Rightarrow a_x = \frac{g}{2}$$

$$-m a_x = m g - F_2 = m g - 3F_1$$

2) Силы противоположны

$$m a_x = m g + F_1, \quad m a_x = m g + F_1$$

(=)

$$\Rightarrow 2m g + F_1 - F_2 = 0 \Rightarrow 2m g = F_2 - F_1 = 2F_1 \Rightarrow F_1 = m g$$

$$-m a_x = m g + F_2, \quad -m a_x = m g - F_2$$

$$m a_x = m g + F_1 \Rightarrow a_x = 2g, \quad T_1 = \frac{m v_0^2}{2}$$

$$x = A \sin \omega t, \quad \dot{x}_1 = A \omega \cos \omega t_1, \quad \ddot{x}_1 = -A \omega^2 \sin \omega t_1$$

$$\dot{x}_2 = A \omega \cos \omega t_2, \quad \ddot{x}_2 = -A \omega^2 \sin \omega t_2$$

$$\ddot{x}_1 = -\ddot{x}_2 \Rightarrow \sin \omega t_1 = -\sin \omega t_2$$

$$\omega t_1 = \pi + \omega t_2$$

$$x = A \sin \omega t + B \cos \omega t, \quad \dot{x} = A \omega \cos \omega t - B \omega \sin \omega t$$

$$U = \frac{k(x-A)^2}{2}, \quad T = \frac{m \dot{x}^2}{2} = \frac{m A^2 \omega^2 \cos^2 \omega t}{2} = \frac{m A^2 \omega^2}{2}$$

$$\dot{x} = \frac{m g}{k} \omega \sin \omega t$$

$$\ddot{x} = \frac{m g}{k} \omega^2 \cos \omega t$$

$$m \ddot{x} = m g - k x, \quad \int_0^x m \dot{x} d\dot{x} = \int_0^x m g dx - \int_0^x k x dx, \quad \frac{m \dot{x}^2}{2} =$$

$$\ddot{x} = g - \frac{k x}{m} = k \left(\frac{g}{k} - \frac{x}{m} \right)$$

$$y = \frac{g}{k} - \frac{x}{m}, \quad \ddot{y} = -\frac{\ddot{x}}{m}$$

$$-m \ddot{y} = k y$$

$$y = -\frac{k g}{m}$$

$$\omega^2 = \frac{k}{m}$$

$$y = A \sin \omega t + B \cos \omega t$$

$$\frac{g}{k} - \frac{x}{m} = A \sin \omega t + B \cos \omega t$$

$$-\frac{x}{m} + \frac{g}{k} = \frac{g}{k} \cos \omega t$$

$$x = \frac{m g}{k} (1 - \cos \omega t)$$

$$B = \frac{g}{k}$$

$$-\frac{x}{m} = A \cos \omega t - B \sin \omega t$$

$$P = \alpha_1 V = \frac{P_2}{V_2} V$$

$$P_1 V_1 = \mu R T_1 = \frac{T_1}{T_2} = \frac{P_2 V_1}{P_2 V_2} = \frac{P_2 V_1^2}{V_2 P_2 V_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2 = \left(\frac{V_1}{k V_1}\right)^2 = \frac{1}{k^2}$$

$$P_1 V_2 = \mu R T_2$$

$$\boxed{T_2 = T_1 k^2} \quad !!!$$

$$P_1 = \frac{P_2 V_1}{V_2}, \quad P_3 =$$

$$\begin{array}{r} \times 28 \\ 78 \\ \hline 144 \\ 78 \\ \hline 324 \end{array}$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$P_2 V_2 = P_3 V_3$$

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

$$P_3 = \frac{P_2 V_3}{V_1}$$

$$\frac{P_1}{P_3} = \frac{P_2 V_1 \cdot V_1}{V_2 \cdot P_2 V_3} = \frac{P_2 V_1}{P_2 V_3}$$

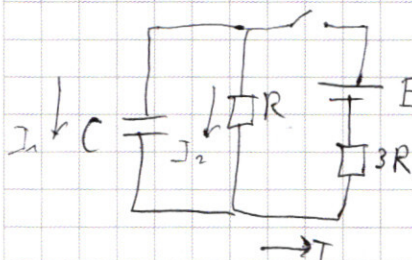
$$\Rightarrow \boxed{P_1 = P_3}$$

$$\frac{P_1 V_1}{P_3 V_3} = \frac{P_2 V_1}{P_2 V_3} \Rightarrow \frac{P_1}{P_3} = \frac{P_2 V_3}{P_2 V_1}$$

$$\frac{\mu R T}{V} = \alpha_1 V, \quad \mu R dT = 2\alpha_1 V dV$$

$$C = \frac{dU}{\mu dT} = \frac{PdV}{\mu dT} = \frac{3}{2} R + \frac{\mu R T \cdot dV}{V \mu dT} = \frac{3}{2} R + \frac{RT}{V} \cdot \frac{dV}{dT} = \frac{3}{2} R + \frac{R}{2} = \frac{5}{2} R = \frac{dU}{dT}$$

$$1) \quad I = \frac{E}{4R}$$



$$2) \quad \frac{q}{C} + 3IR = E, \quad \frac{q}{C} + 3I_1 R + \frac{3q}{C} = E,$$

$$\frac{q}{C} = I_2 R, \quad I = I_1 + I_2 = I_1 + \frac{q}{RC}$$

$$\boxed{\frac{4q}{C} + 3qR = E}$$

$$W = \frac{q^2}{2C}$$

$$\frac{3dq}{dt} R = E - \frac{4q}{C}, \quad \int_0^q \frac{3dq}{E - \frac{4q}{C}} = \int_0^t \frac{dt}{R}$$

$$1 - \frac{4q}{EC} = e^{-\frac{4t}{3RC}}$$

$$\boxed{q = \frac{EC}{4} \left(1 - e^{-\frac{4t}{3RC}}\right)}$$

$$\dot{q} = \frac{EC}{4} \cdot \frac{4}{3RC} e^{-\frac{4t}{3RC}} = \frac{E}{3R} e^{-\frac{4t}{3RC}}$$

$$\dot{W} = \frac{q \cdot \dot{q}}{C} = \frac{(E - 3\dot{q}R)}{4} \dot{q} = 0$$

$$\frac{q}{C} = \frac{E - 3\dot{q}R}{4}$$

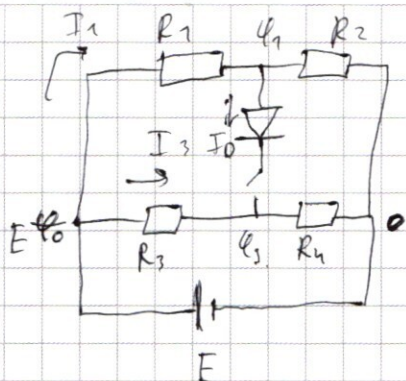
$$\boxed{\dot{q} = \frac{E}{3R}}$$

$$\frac{E^2 C}{4 \cdot 3R}$$

$$\frac{E\dot{q}}{4} - \frac{3\dot{q}^2 R}{4}$$

$$\frac{E}{4} - \frac{6\dot{q}R}{4} = 0 \Rightarrow \dot{q} = \frac{E}{6R}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$1) I_1(R_1 + R_2) = I_2(R_3 + R_4)$$

$$I_1 + I_2 = I$$

$$I = \frac{E}{R} = E \left(\frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{1}{R_3 + R_4} \right) = \frac{E(R_1 + R_2 + R_3 + R_4)}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}$$

$$I_1 = I - I_2 \quad I(R_1 + R_2) = I_2(R_1 + R_2 + R_3 + R_4)$$

$$I_2 = \frac{I(R_1 + R_2)}{\sum} = \frac{E - \sum (R_1 + R_2)}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4) - \sum} = \frac{8}{8} = \boxed{1 \text{ A}} !!!$$

$$\phi_1 - \phi_3 = U_0$$

$$\phi_0 - \phi_1 = I_1 R_1$$

$$I_3 R_3 - I_1 R_1 = U_0$$

$$\phi_0 - \phi_3 = I_3 R_3$$

$$(I_1 - I_0) R_2 = U_0 + (I_3 + I_0) R_4$$

$$I_3 = \frac{(I_1 - I_0) R_2 - U_0}{R_4} - I_0$$

$$I_1 R_1 + I_1 R_2 - I_0 R_2 = I_3 R_3 + I_3 R_4 + I_0 R_4$$

$$I_1 R_2 - I_0 R_2 = U_0 +$$

~~$$I_1 R_1 + I_1 R_2 - I_0 R_2 = I_3 R_3 + I_3 R_4 + I_0 R_4$$~~

$$\left(\frac{(I_1 - I_0) R_2 - U_0}{R_4} - I_0 \right) R_3 - I_1 R_1 = U_0$$

$$\frac{(4 + 15 I_0) R_1}{9 - R_1} + \left(\frac{4 + 15 I_0}{9 - R_1} - I_0 \right) 3 = 8$$

$$\left(\frac{(I_1 - I_0) \cdot 3 - 1}{2} - I_0 \right) 6 - I_1 R_1 = 1$$

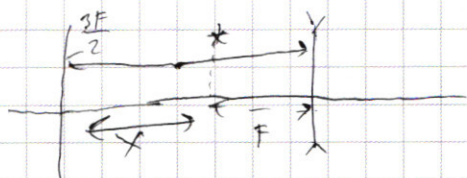
$$I_1 = \frac{4 + 15 I_0}{9 - R_1}$$

$$(3 I_1 - 3 I_0 - 1 - 2 I_0) 6 - 2 I_1 R_1 = 2$$

$$\frac{48 I_1}{9} - \frac{30 I_0}{15} - \frac{8}{3} - 2 I_1 R_1 = 2$$

$$I_1 (9 - R_1) = 4 + 15 I_0$$

1)

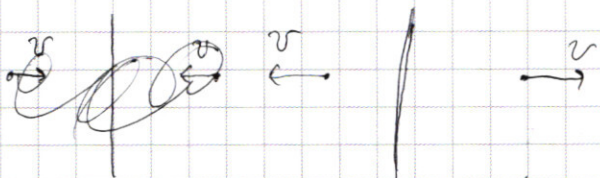


$$\frac{3F}{2} = F + X \Rightarrow X = \frac{F}{2}$$

$$F - 2X = F - F = 0$$

$$f = \frac{2}{3} F$$

$$\frac{1}{2F} + \frac{1}{F} = \frac{1}{F} \cdot \frac{1}{f} = \frac{1}{2F} + \frac{1}{F} = \frac{3F}{2F}$$

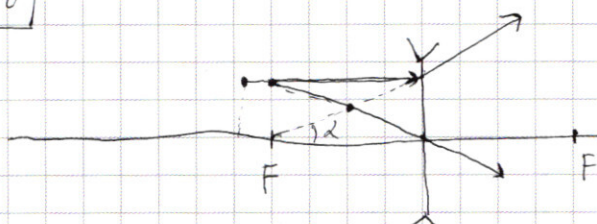


$$2v$$

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

$$-\frac{\dot{d}}{d^2} + \frac{\dot{f}}{f^2} = 0 \Rightarrow \frac{\dot{f}}{f^2} = \frac{\dot{d}}{d^2} = \frac{2v}{d^2} = \dot{f} = \frac{2v \cdot f^2}{d^2} = \frac{2v \cdot 4F^2}{9 \cdot 4F^2} = \frac{2v}{9}$$

$$= \frac{2}{9} v$$



$$\frac{3 \cdot 2}{24 \cdot 93} = \frac{1}{6}$$

$$\sqrt{\frac{4}{3 \cdot 3^2} + \frac{1}{3 \cdot 2^2}} = \sqrt{26}$$

$$\sqrt{\frac{16 + 9}{(3 \cdot 3 \cdot 2)^2 \cdot 2^2}} = \sqrt{\frac{25}{(27 \cdot 2)^2}} = \frac{5}{54}$$

$$I_3 = \frac{I_1 R_1 + U_0}{R_3}$$

$$\frac{(U_0(R_3 + R_4) + I_0 R_3(R_2 + R_4))}{R_2 R_3 - R_1 R_4}$$

$$I_1 R_2 - I_0 R_2 = U_0 + \frac{I_1 R_1 + U_0}{R_3} R_4 + I_0 R_4$$

$$+ \frac{18}{144}$$

$$I_1 R_2 R_3 - I_0 R_2 R_3 = U_0 R_3 + I_1 R_1 R_4 + U_0 R_4 + I_0 R_4 R_3$$

$$I_1 (R_2 R_3 - R_1 R_4) = U_0 (R_3 + R_4) + I_0 R_3 (R_2 + R_4)$$

$$- \frac{144}{24} = \frac{120}{120}$$

$$I_1 = \frac{U_0 (R_3 + R_4) + I_0 R_3 (R_2 + R_4)}{R_2 R_3 - R_1 R_4}$$

$$I_1 - I_0 = \frac{U_0 (R_3 + R_4) + I_0 R_3 R_2 + I_0 R_3 R_4 - I_0 R_2 R_3 + I_0 R_1 R_4}{R_2 R_3 - R_1 R_4} = \frac{U_0 (R_3 + R_4) + I_0 R_4 (R_3 + R_1)}{R_2 R_3 - R_1 R_4}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$U_0 (R_3 + R_4) (R_1 + R_2) + I_D (R_3 R_1 (R_2 + R_4) + R_4 R_2 (R_3 + R_1)) = E (R_2 R_3 - R_1 R_4),$$

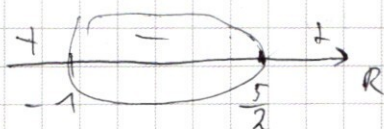
$$I_D = \frac{E (R_2 R_3 - R_1 R_4) - U_0 (R_3 + R_4) (R_1 + R_2)}{R_3 R_1 (R_2 + R_4) + R_4 R_2 (R_3 + R_1)}$$

$$\frac{8(18 - 2R_1) - 8(R_1 + 3)}{6R_1 + 5 + 6(6 + R_1)} > 0 \Leftrightarrow \frac{144 - 16R_1 - 8R_1 - 24}{30R_1 + 36 + 6R_1} > 0.$$

$$\frac{120 - 24R_1}{36R_1 + 36} > 0, \quad \frac{20 - 4R_1}{6R_1 + 6} > 0, \quad \frac{5 - 2R_1}{3R_1 + 3} > 0.$$

$$\frac{2R_1 - 5}{3R_1 + 3} < 0.$$

$$\frac{120 - 24R_1}{36R_1 + 36} = 2,$$

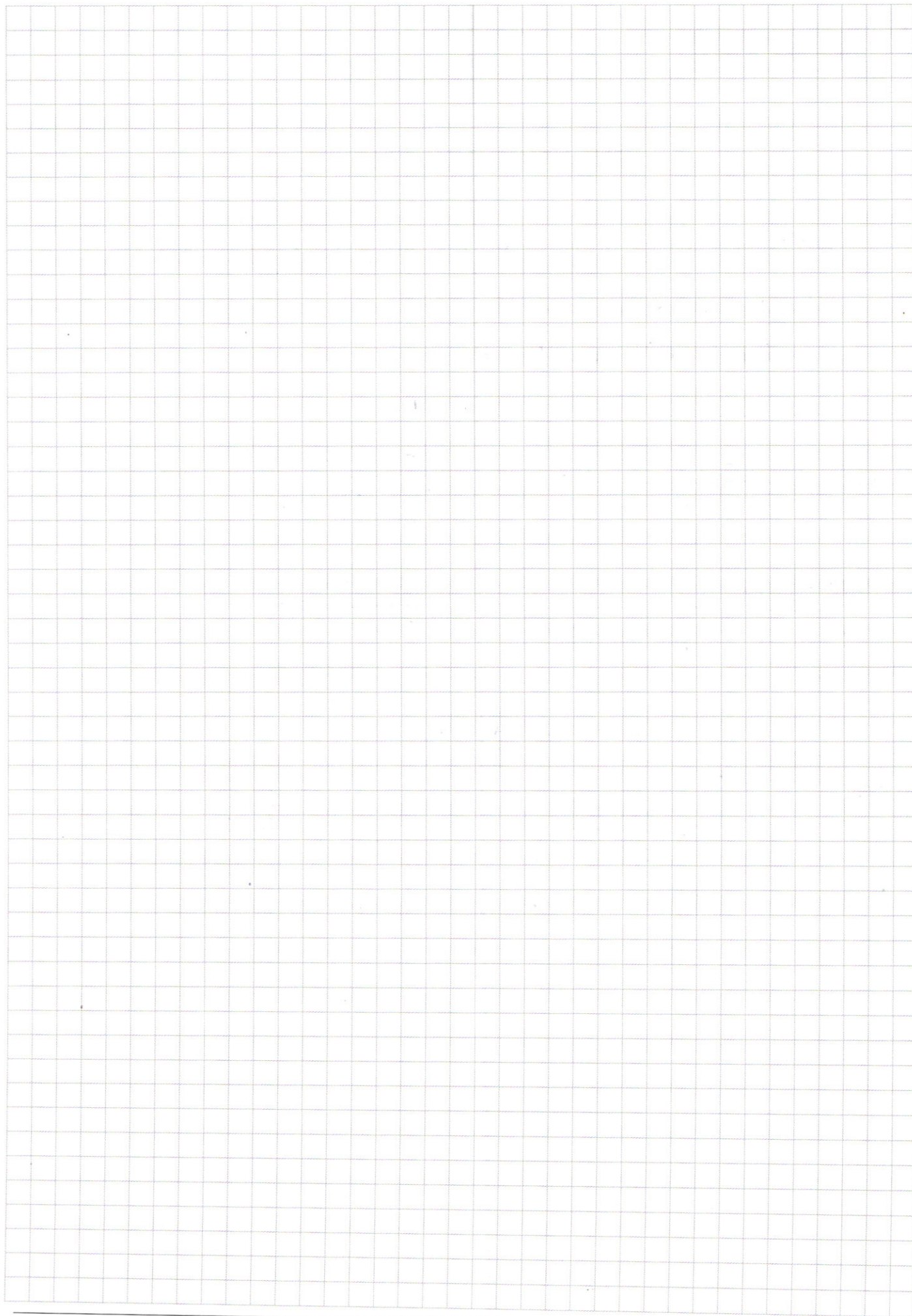


$$\frac{60 - 12R_1}{36R_1 + 36} = 1,$$

$$\frac{10 - 2R_1}{6R_1 + 6} = 1,$$

$$\frac{5 - R_1}{3R_1 + 3} = 1,$$

$$5 - R_1 = 3R_1 + 3, \quad 4R_1 = 2 \Rightarrow R = \frac{1}{2}.$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)