

Олимпиада «Физтех» по физике, 11 класс

Вариант 11-07

Класс 11

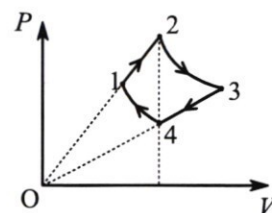
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложения бланка задания не принимаются.

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.

- ✗ Найти модуль ускорения в эти моменты.
- ✗ Найти отношение кинетических энергий шарика в эти моменты.
- ✗ Найти отношение максимальной энергии деформации пружины к максимальной кинетической энергии шарика.

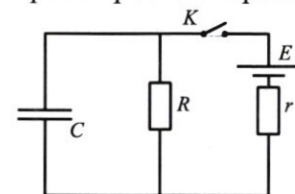
2. Идеальный одноатомный газ из состояния 1 с температурой T_1 расширяется в процессе 1-2 прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V . В процессе 1-2 объем газа увеличивается в $k = 1,8$ раза. Затем газ расширяется в изотермическом процессе 2-3, сжимается в процессе 3-4 прямо пропорциональной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

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



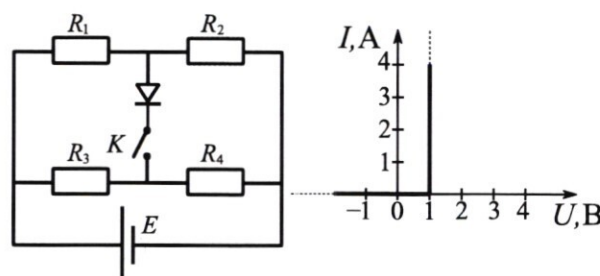
3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, конденсатор не заряжен. Величины E, R, C известны, $r = 3R$. Ключ K на некоторое время замыкают, а затем размыкают, когда скорость роста энергии конденсатора максимальна.

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



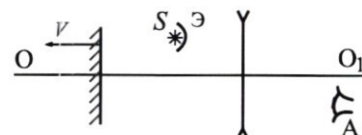
4. В цепи используется мостовая схема (см. рис.). ЭДС идеального источника $E = 8$ В, $R_2 = 3$ Ом, $R_3 = 6$ Ом, $R_4 = 2$ Ом. Вольтамперная характеристика диода показана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В.

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

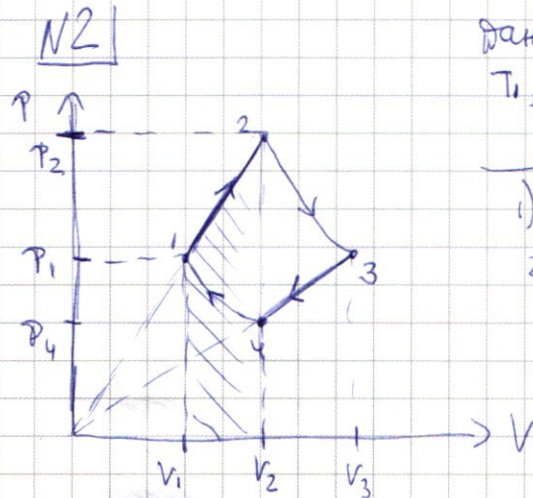


5. Оптическая система состоит из тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием $-F$ ($F > 0$), плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической 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.

- ✗ На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
- ✗ Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
- ✗ Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Дано: $T_1, \frac{V_2}{V_1} = k = 1.8$

- 1) $T_{23} = ?$
- 2) $\frac{P_1}{P_3} = ?$
- 3) $C_{12} = ?$

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

Решение:

1) Т.к. в процессе 1-2 давление пропорционально объему, то можно записать уравнение:
 $\frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2}{P_1} \Rightarrow P_2 V_1 = P_1 V_2$
 Также следует что

МКТ для 1: $P_1 V_1 = \nu R T_1$
 для 2: $P_2 V_2 = \nu R T_{23}$
 $T_{23} = T = k^2 \cdot T_1 = \underline{3.24 T_1}$

Поделим 2 на 1: $\frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = \frac{\nu R T_{23}}{\nu R T_1} \Rightarrow$

2) Т.к. процесс 1-4 изотермический, то МКТ для точки 4 есть:

$P_4 V_4 = \nu R T_1$
 $P_4 \cdot k V_1 = \nu R T_1$ (1)
 Также для процесса 3-4 можно записать $\frac{V_2}{V_3} = \frac{P_4}{P_3} \Rightarrow$
 $V_3 = \frac{V_2 P_3}{P_4} = \frac{k \cdot V_1 \cdot P_3}{P_4}$

МКТ для точки 3:

$P_3 V_3 = \nu R T = \frac{P_3 \cdot k V_1 \cdot T_3}{P_4} = \nu R T$. Выразим P_4 из (1): $P_4 = \frac{\nu R T_1}{k V_1} \Rightarrow$
 $\frac{P_3^2 \cdot k V_1 \cdot k V_1}{\nu R T_1} = \nu R T$, $P_3^2 \cdot k^2 \cdot V_1^2 = (\nu R)^2 \cdot T \cdot T_1$

МКТ для 1: $P_1 V_1 = \nu R T_1$ | $\Rightarrow P_1^2 \cdot V_1^2 = (\nu R)^2 \cdot T_1^2$ Делим $\Rightarrow$
 $\frac{P_3^2 \cdot k^2 \cdot V_1^2}{P_1^2 \cdot V_1^2} = \frac{(\nu R)^2 \cdot T \cdot T_1}{(\nu R)^2 \cdot T_1^2} = \frac{T}{T_1} = \frac{k^2 \cdot T_1}{T_1} = 1 \Rightarrow P_3 = P_1$

$\boxed{\frac{P_3}{P_1} = 1}$

3) $C = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{A_{г+в}}{\Delta T} = \frac{\frac{1}{2} (P_1 + P_2) (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} \nu R (T - T_1)}{\nu (T - T_1)} = \frac{\frac{1}{2} (P_1 V_2 - P_1 V_1 + P_2 V_2 - P_2 V_1) + \frac{3}{2} \nu R (T - T_1)}{\nu (T - T_1)}$

$$+ \frac{3}{2} R (T - T_1) = \frac{\frac{1}{2} (2RT - 2RT_1) + \frac{3}{2} 2R (T - T_1)}{2 (T - T_1)} = \frac{1}{2} R + \frac{3}{2} R = \boxed{2R}$$

Ответ: 1) $T = 3.24 \cdot T_1$; 2) $\frac{P_3}{P_1} = 1$; 3) $C_{12} = 2R$

N5

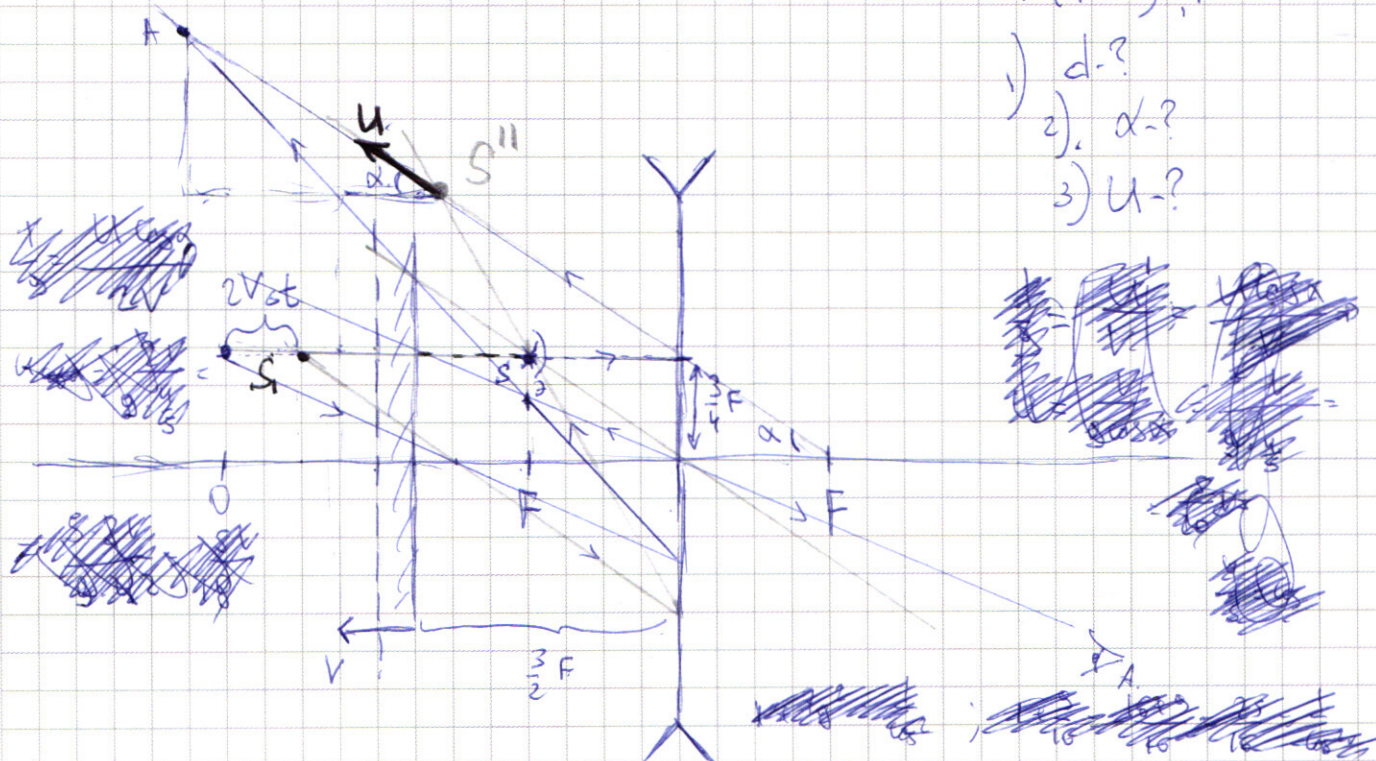
Дано:

$$-F (F > 0), V$$

1) d - ?

2) α - ?

3) U - ?



1) Построим изображение источника S в зеркале - S' . S' - будет источником для линзы, как будто то и есть указанный предмет.

Пусть a - расстояние S к линзе. $a = \frac{3}{2} F + (\frac{3}{2} F - F) = 3F - F = 2F$

Воспользуемся формулой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{d}; \text{ т.к. линза рассеивающая то: } -\frac{1}{F} = \frac{1}{a} - \frac{1}{d}; -\frac{1}{F} - \frac{1}{a} = -\frac{1}{d} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{F} + \frac{1}{a} = \frac{1}{d}; \frac{a+F}{aF} = \frac{1}{d} \Rightarrow d = \frac{aF}{a+F} = \frac{2F \cdot F}{2F+F} = \frac{2F \cdot F}{3F} = \boxed{\frac{2}{3} F} - \text{расстояние, на}$$

котором от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в эту линзу изображение источника в зеркале.

2) Заметим, что раз скорость зеркала равна V , то скорость изображения S' равна $2V$. Построим изображение "какого" источника $S' - S''$

Систем зеркало V к линзе и наблюдателю, куда движется S'' . Линзу направляем движется S'' черной стрелкой. Угол α криво криво.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~~Заметим~~ Заметим, что из геометрии, угол $\alpha = \angle AFO$, значит $\tan \alpha = \frac{3}{4} \frac{F}{F} = \frac{3}{4}$

3) Найдем увеличение расцев. линзы $\Gamma = \frac{d}{a} = \frac{\frac{2}{3}A}{\frac{2}{3}A} = \frac{1}{3}$

$\Gamma^2 = \frac{1}{9}$; рассмотрим проекцию скорости u на ось OO_1 , $u_1 = u \cos \alpha$

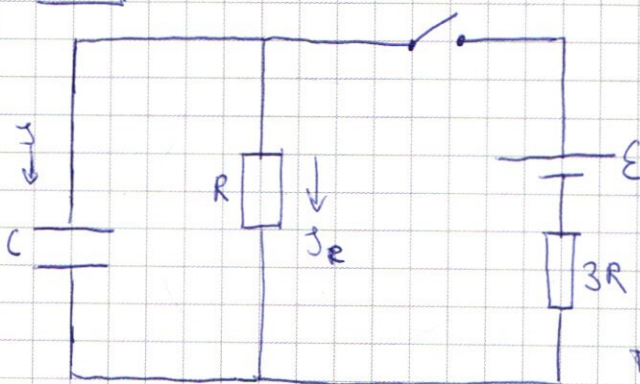
~~Заметим~~ Заметим, что за промежуток времени Δt , S_1 переместится на величину $2V_0 \Delta t$, а S'' по горизонтали на $\Delta S > 2V_0 \Delta t \Rightarrow$

$$\Gamma^2 = \frac{2V_0}{u \cos \alpha} \Rightarrow u \cos \alpha \Gamma^2 = 2V_0 \Rightarrow$$

$$u = \frac{2V_0}{\cos \alpha \Gamma^2} = \frac{2V_0}{\frac{4}{5} \cdot \frac{1}{9}} = \frac{2V_0 \cdot 5 \cdot 9}{42} = \frac{45V_0}{2} = 22.5V_0$$

Ответ: 1) $d = \frac{2}{3}F$; 2) $\tan \alpha = \frac{3}{4}$; 3) $u = 22.5V_0$

N3



1) Ток, текущий сразу после замыкания ключа, через цепочку есть

$$I = \frac{E}{4R}$$

2) Ключ размыкают, когда скорость работы энергии конденсатора максимальна, т.е. в момент когда емкость конденсатора максимальна.

$$N = I \cdot U_C$$

~~Заметим~~ по 3-ему закону Кирхгофа $E = U_C + (I + I_R) \cdot 3R$; (другой вариант $U_C = 3R \cdot I_R$)

$$I_R = \frac{U_C}{R}, \Rightarrow E = U_C + I \cdot 3R + U_C \cdot 3; 4U_C = E - I \cdot 3R \Rightarrow U_C = \frac{E - 3RI}{4}$$

$$N = I \left(\frac{E - 3RI}{4} \right) = I \frac{E}{4} - \frac{3R}{4} I^2. \text{ Берем производную по } I: \frac{E}{4} - \frac{3R}{2} I = 0$$

$$\frac{E}{4} = \frac{3R}{2} I \Rightarrow I = \frac{E}{4} \cdot \frac{2}{3R} = \frac{E}{6R} \Rightarrow I_C = \frac{E}{6R} \text{ — ток перед размыканием.}$$

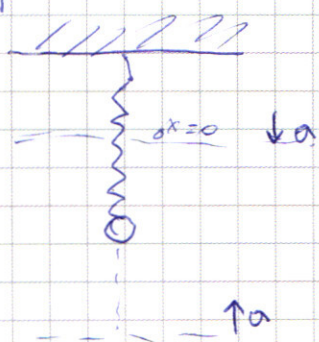
3) Полная мощность $J = \frac{\epsilon}{4R}$, ток через конденсатор перед разрывом цепи $J_c = \frac{\epsilon}{6R} \Rightarrow J_R = \frac{\epsilon}{4R} - \frac{\epsilon}{6R} = \frac{6\epsilon - 4\epsilon}{24R} = \frac{2\epsilon}{24R} = \frac{\epsilon}{12R}$.

значит $U_C = U_R = \frac{\epsilon}{12R} \cdot R = \frac{\epsilon}{12}$ напряжение конденсатора перед разрывом.

$$Q = \frac{1}{2} C U_C^2 = \frac{C \cdot \epsilon^2}{2 \cdot 144} = \frac{C \epsilon^2}{288}$$

Ответ: 1) $J = \frac{\epsilon}{4R}$; 2) $J_c = \frac{\epsilon}{6R}$; 3) $Q = \frac{C \epsilon^2}{288}$.

№11



1) $a = ?$

2) $\frac{W_1}{W_2} = ?$

3) $\frac{W_{max1}}{W_{max2}} = ?$

1) ~~Занесли 2 шарика~~
Занесли 2 ~~шарика~~ шарика
Закон Ньютона для каждого шарика
успоренно. Пусть сила с
сторон пружины равна F_y .

Тогда $\begin{cases} ma = 3F_y - mg \\ ma = mg - F_y \end{cases}$

$F_y = mg - ma \Rightarrow ma = 3mg - 3ma - mg$; $4ma = 2mg \Rightarrow a = \frac{g}{2}$

3) В данный момент энергия сохраняется, значит в момент когда кинетическая энергия шарика максимальна, потенциальная энергия пружины равна нулю и наоборот. Значит отношение максимальной энергии деформации пружины к максимальной кинетической энергии шарика равно 1 - они равны.

$$\frac{W_{max1}}{W_{max2}} = 1$$

2) Занесли 3-е соотношение энергии для обоих положений шарика.

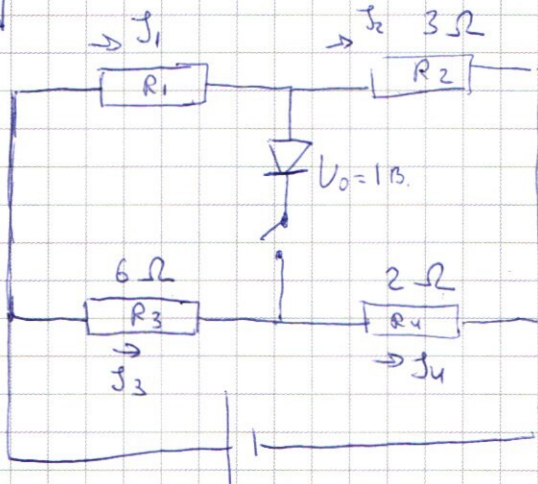
$W_1 + W_n = W_2 + 9W_n$. $W_n = \frac{kx^2}{2}$; $F_y = kx \Rightarrow$ разделив отношения в 3-х, то энергии в 9.

Как правильно решать я не знаю, так что предполагаю что их отношение равно 9.

Ответ: 1) $a = \frac{g}{2}$; 2) 9; 3) 1.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N4



$$1) I_{R3} = \frac{\varepsilon}{R_3 + R_4} = \frac{8}{6+2} = 1 \text{ A}$$

Ток через R_3 при разомкнутом ключе.

2) Ток пойдет через диод в том случае, когда напряжение на нем будет равно $V_0 = 1 \text{ В}$.

Найдем полный ток $I = \frac{\varepsilon}{R_{\text{общ}}}$
 $R_1 = x \Omega$

$$R_{\text{общ}} = \frac{(R_3 + R_4)(R_1 + R_2)}{R_3 + R_4 + R_1 + R_2} = \frac{8(x+3)}{6+2+3+x} = \frac{8(x+3)}{11+x} \Rightarrow I = \frac{8(x+3)}{8(x+3)} = \frac{x+11}{x+3} \text{ A}$$

2-ой закон Кирхгофа для контура из 4 резисторов: $x \cdot I_1 + 3I_2 = 6I_3 + 2I_4$.

Сформулируем $I_3 + I_1 = I_2 + I_4$

$$\varepsilon = 6I_3 + 2I_4; \quad I_1 R_1 + V_0 = I_3 R_3; \quad x \cdot I_1 + 1 = 6I_3. \text{ Также}$$

$$1 + 2I_4 = 3I_2$$

Запишем систему:

$$\begin{cases} xI_1 + 3I_2 = 6I_3 + 2I_4 \\ I_3 + I_1 = I_2 + I_4 \\ 8 = 6I_3 + 2I_4 \end{cases}$$

$$\begin{cases} xI_1 + V_0 = 6I_3 \Rightarrow I_3 = \frac{xI_1 + 1}{6} \\ 2I_4 + V_0 = 3I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{2I_4 + 1}{3} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{xI_1 - 1}{6} + I_1 = I_4 + \frac{2I_4 + 1}{3}$$

$$8 = xI_1 + 1 + 2I_4 \Rightarrow 7 = xI_1 + 2I_4 \Rightarrow I_4 = \frac{7 - xI_1}{2} \Rightarrow$$

$$\frac{xI_1 - 1}{6} + I_1 = \frac{7 - xI_1}{2} + \frac{7 - xI_1 + 1}{3}; \quad \frac{xI_1 - 1}{6} + 6I_1 = \frac{21 - 3xI_1}{2} + \frac{14 - 2xI_1}{3}$$

$$I_1 = \frac{7 - xI_1}{2}, \quad I_3 = \frac{xI_1 + 1}{6}, \quad I_4 = \frac{7 - xI_1}{2}$$

$$\frac{x+11}{x+3} = I \Rightarrow I_1 = \frac{x+11}{x+3}$$

$$J = J_1 + J_3; \quad \frac{x+11}{x+3} = J_1 + \frac{xJ_1+1}{6}; \quad \frac{6x+66}{x+3} = 6J_1 + xJ_1 + 1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{6x+66}{x+3} - 1 = J_1(6+x) \Rightarrow J_1 = \frac{6x+66-x-3}{(x+3)(6+x)} = \frac{5x+63}{(x+3)(x+6)} \Rightarrow$$

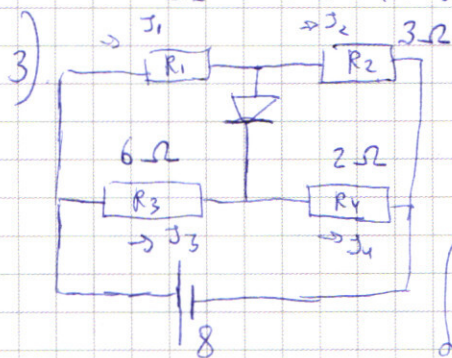
$$6xJ_1 = 38 - 6J_1$$

$$J_1(6x+6) = 38 \Rightarrow J_1 = \frac{38}{3(x+1)} = \frac{5x+63}{(x+3)(x+6)} \Rightarrow (3x+3)(5x+63) = 19(x+3)(x+6)$$

$$15x^2 + 189x + 15x + 189 = 19x^2 + 171x + 342$$

$$4x^2 - 33x + 153 = 0$$

$$D = 33^2 - 4 \cdot 4 \cdot 153 = 1089 - 2448 < 0 \Rightarrow x \text{ не имеет } R_1 \in R - \text{много}$$



$$P_D = 2W = U_0 \cdot J_0 \Rightarrow J_0 = 2A - \text{ток через диод}$$

$$J_{\text{найти}} = \frac{x+11}{x+3}, \quad \text{где } x = R_1 \Omega$$

$$J_4 = 2 + J_3$$

$$J_1 = 2 + J_2$$

$$J_4 = 2 + J_3$$

$$J_1 = 2 + J_2$$

$\Rightarrow$

$\downarrow$

~~$$J_1 + J_2 = J_3 + J_4$$~~

$$8 = J_3 \cdot 6 + J_4 \cdot 2$$

$$8 = 6J_3 + 4 + 2J_3 \Rightarrow$$

$$4 = 8J_3 \Rightarrow J_3 = \frac{1}{2} A$$

$$J_4 = 2 + \frac{1}{2} = \frac{5}{2} A$$

~~$$xJ_1 + 3J_2 = 6J_3 + 2J_4$$~~

$$xJ_1 = 6J_3 - U_0 = 6 \cdot \frac{1}{2} - 1 = 2V$$

$$\text{значит } xJ_1 + 3J_2 = 6J_3 + 2J_4 \text{ или } 2 + 3J_2 = 3 + 5 \Rightarrow 3J_2 = 3 + 5 - 2 = 6 \Rightarrow J_2 = \frac{6}{3} = 2A \Rightarrow J_1 = 2 + J_2 = 4A \Rightarrow$$

$$8 = x \cdot 4 + 3 \cdot 2; \quad 8 - 6 = x \cdot 4; \quad 2 = x \cdot 4 \Rightarrow x = \frac{1}{2} = R_1 \Rightarrow \boxed{R_1 = \frac{1}{2} \Omega}$$

Ответ: 1) $J_{R3} = 1A$; 2) R_1 - много 3) $R_1 = \frac{1}{2} \Omega$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$J_1 R_1 + V_0 = J_3 R_3 \quad J_3 = \frac{J_1 R_1 + 1}{6}$$

$$V_0 + \mathcal{E} - R_3 J_3 = R_2 J_3 + R_2 J_1 = R_2 \cdot \frac{\mathcal{E} - R_3 J_3}{R_4}$$

$$\mathcal{E} = R_1 J_1 + R_2 J_3 + R_2 J_1 - R_2 \frac{\mathcal{E} - R_3 J_3}{R_4}$$

$$V_0 + \mathcal{E} - J_1 R_1 - V_0 = R_2 \cdot \frac{J_1 R_1 + V_0}{R_3} + R_2 J_1 - R_2 \cdot \frac{\mathcal{E} - J_1 R_1 - V_0}{R_4}$$

$$\mathcal{E} = R_1 J_1 + R_2 \cdot \frac{J_1 R_1 + V_0}{R_3} + R_2 J_1 - R_2 \frac{\mathcal{E} - J_1 R_1 - V_0}{R_4}$$

$$8 - J_1 R_1 = \frac{3}{6} (J_1 R_1 + 1) + 3 J_1 - \frac{3}{2} (8 - J_1 R_1 - 1)$$

$$8 = J_1 R_1 + \frac{3}{6} (J_1 R_1 + 1) + 3 J_1 - \frac{3}{2} (8 - J_1 R_1 - 1)$$

$$J_1 R_1 + J_2 R_2 = J_3 R_3 + J_4 R_4$$

$$J_1 R_1 + J_3 R_2 + J_1 R_2 - J_4 R_2 = J_3 R_3 + J_4 R_4$$

$$J_1 R_1 + J_3 \cdot 3 + J_1 \cdot 3 - \frac{3}{2} (8 - 6 J_3) = J_3 \cdot 6 + 8 - 6 J_3$$

$$8 = J_1 R_1 + 3 J_1 + 3 J_3 - 12 + 9 J_3 = J_1 R_1 + 3 J_1 + 12 J_3 - 12$$

$$8 = J_1 R_1 + \frac{1}{2} J_1 R_1 + \frac{1}{2} + 3 J_1 - 12 + \frac{3}{2} J_1 R_1 + 1.5 =$$

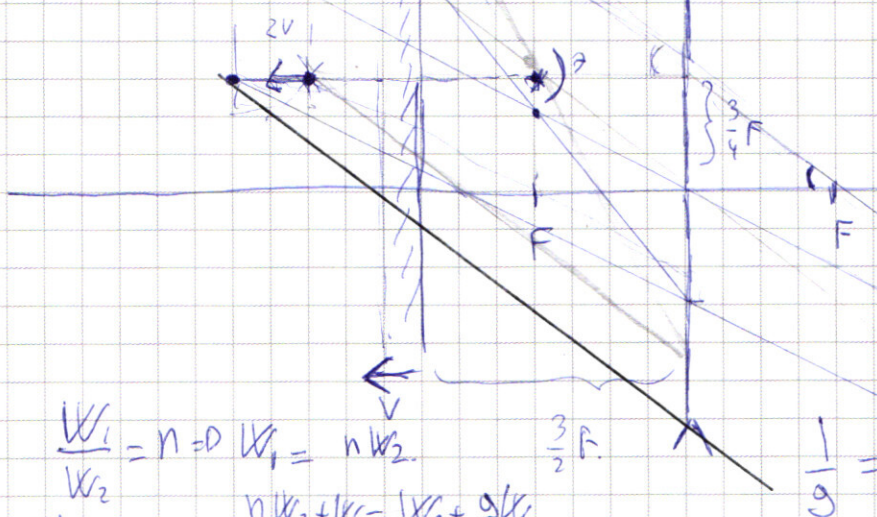
$$= 3 J_1 R_1 - 10 + 3 J_1 = 8$$

$$8 = J_1 R_1 + 3 J_1 + 12 J_3 - 12 = J_1 R_1 + 3 J_1 - 12 + \frac{12}{6} (J_1 R_1 + 1) =$$

$$= J_1 R_1 + 3 J_1 - 12 + 2 J_1 R_1 + 2$$

№5

- 1) Попрелезу вниз,
- 2) $\tan \alpha = \frac{3F}{4F} = \frac{3}{4}$



$$\frac{W_1}{W_2} = n = 0 \quad W_1 = n W_2$$

№1

$$mg = kx$$

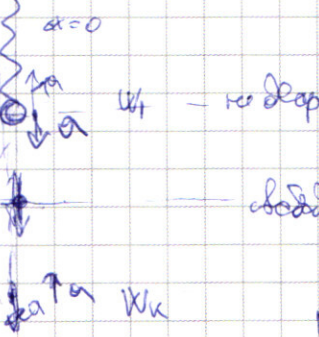
or
mass
blues.

$$n W_2 + k = W_2 + gk$$

$$(n-1) W_2 = gk$$

$$gx = \frac{mg}{k}$$

$$k \cdot \frac{(mg)^2}{k^2} = \frac{(mg)^2}{2k}$$



$$ma = mg - kx$$

$$kx = mg - ma$$

$$x = \frac{m(g-a)}{k}$$

$$\frac{1}{g} = \frac{2V}{u \cos \alpha}$$

$$u \cos \alpha = 1.8 V$$

$$u = \frac{9.18 V}{\sqrt{2}} = \frac{9.18 V}{1.414} = 6.5 V$$

$$1) \quad ma = mg - 3F_y$$

$$ma = F_y - mg$$

$$F_y = ma + mg = m(a+g)$$

$$ma = mg - F_y \quad ; \quad F_y = mg - ma$$

$$ma = 3F_y - mg$$

$$ma = 3mg - 3ma - mg$$

$$4ma = 2mg$$

$$a = \frac{2g}{4} = \frac{g}{2}$$

1=0

$$ma = mg - 3ma = 3mg$$

$$4ma = 2mg$$

$$a = \frac{2g}{4} = \frac{g}{2}$$

$$2) \quad F_y = 3kx$$

$$F_y = kx$$

$$\frac{k(3x)^2}{2} + W_k = \frac{kx^2}{2} + W_k$$

$$\frac{k(3x)^2}{2} - \frac{kx^2}{2} = W_k - W_k$$

$$\frac{2.8}{2V} = \frac{7.8}{u \cos \alpha}$$

$$\frac{(mg)^2}{2k} = W_1 + kx^2$$

$$W_2 + \frac{kx^2}{2} = \frac{(mg)^2}{2k}$$

$$W_2 - W_1 = gk$$

$$W_1 + gk = W_2 + W_k$$

$$W_2 - W_1 = gk$$

$$u \cos \alpha = V \sqrt{2}$$

$$u = \frac{V \sqrt{2}}{\cos \alpha}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

1) $T_{23} = ?$

2) $\frac{P_1}{P_3}$

3) C_{12}

1) $\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}; 1.8 = \frac{T_2}{T_1}$
 $P_2 V_1 = \frac{1}{2} P_1$

$P_1 V_1 = 2RT_1$
 $P_2 V_2 = 2RT_{23}$

$\frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow$

$T_2 = \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} T_1 = \frac{1.8 \cdot 1.8}{1} T_1$

$P_3 V_3 = 2RT$
 $P_1 V_1 = 2RT_1$

$P_3 V_3 = 2RT$
 $P_1 V_1 = 2RT_1$

$P_3 V_3 = 2RT$
 $P_1 V_1 = 2RT_1$

3) $C = \frac{Q}{T_2 - T_1} = \frac{A_{\text{ср}} + Q_V}{T_2 - T_1}$

$A_{\text{ср}} = S_{\text{под ш}} = \frac{1}{2} (P_1 + P_2) (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} (P_1 V_2 + P_2 V_2 - P_1 V_1 - P_2 V_1) = \frac{1}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$

$Q_V = \frac{3}{2} 2R (T - T_1)$

$C = \frac{\frac{3}{2} 2R (T - T_1) + \frac{1}{2} 2R (T - T_1)}{T - T_1} = 2R$

$P_3^2 \cdot 1.8^2 \cdot V_1^2 = (2R)^2 \cdot T \cdot T_1$

$\frac{P_3^2 \cdot 1.8^2 \cdot V_1^2}{P_1^2 \cdot V_1^2} = \frac{T \cdot T_1}{T_1^2} = \frac{T}{T_1} = \frac{P_3^2 \cdot 1.8^2}{P_1^2} = \frac{1.8 \cdot 1.8 \cdot T_1}{T_1} = 1$

$$(x+3)(x+6) = x^2 + 6x + 3x + 18 = x^2 + 9x + 18$$

№3

$$\mathcal{E} = U_c + J \cdot r + \frac{U_c}{R} \cdot r; U_c \left(1 + \frac{r}{R}\right) = \mathcal{E} - J r$$

$$U_c = \frac{(\mathcal{E} - J r) R}{R + r}$$

$$1) J = \frac{\mathcal{E}}{4R}$$

$$2) N = U \cdot J_c = U \cdot J$$

$$\mathcal{E} = U + J 3R$$

$$\mathcal{E} J - J^2 \cdot 3R = 0$$

$$U = \mathcal{E} - J \cdot 3R$$

$$\mathcal{E} - 2 \cdot 3R J = 0$$

$$J = \frac{\mathcal{E}}{6R}$$

$$N_c = U \cdot J_m = J_m \cdot R \cdot J_R$$

$$N = (\mathcal{E} - J 3R) (J - J_R)$$

$$J = J_R + J_m$$

$$N = \frac{\mathcal{E}^2}{4R} - \mathcal{E} J_R - \frac{\mathcal{E}^2}{16R} + \frac{3R J_R \mathcal{E}}{4R}$$

$$\frac{\mathcal{E}^2}{4R} + \frac{\mathcal{E} \cdot 3R}{4R} = \frac{\mathcal{E}^2}{16R} + \frac{3R \mathcal{E}}{4R}$$

$$\mathcal{E} = U_c + \frac{\mathcal{E} \cdot 3R}{4R} \Rightarrow U_c = \mathcal{E} - \frac{3}{4} \mathcal{E} = \frac{1}{4} \mathcal{E}$$

$$\frac{dW}{dt} = N = U \cdot J_m$$

$$N = U \cdot J_c$$

$$\mathcal{E} = U + J R \Rightarrow U = \mathcal{E} - J R$$

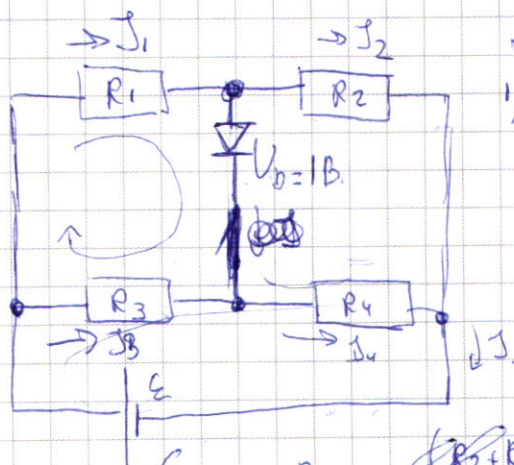
$$\mathcal{E} = U + J \cdot 3R$$

$$U = \mathcal{E} - J \cdot 3R$$

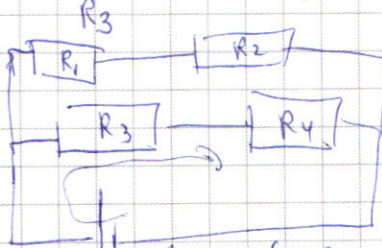
$$\mathcal{E} = J (R_3 + R_4)$$

$$J = \frac{\mathcal{E}}{R_3 + R_4}$$

№4



1) какое направление?



$$\frac{\mathcal{E}}{12} + \frac{3R \cdot \mathcal{E}}{4R} = \mathcal{E}$$

$$\frac{\mathcal{E}}{12} + \frac{3 \mathcal{E}}{4} = \mathcal{E}$$

$$\frac{\mathcal{E}}{12} + \frac{9 \mathcal{E}}{12} = \mathcal{E}$$

$$\frac{10 \mathcal{E}}{12} = \mathcal{E}$$

$$\frac{5 \mathcal{E}}{6} = \mathcal{E}$$

$$\frac{5}{6} = 1$$

$$\frac{5}{6} = 1$$

$$\frac{5}{6} = 1$$

$$2) J_{max} = \frac{\mathcal{E}}{R_{total}}$$

$$R_{total} = R_3 + R_4 + R_1 + R_2$$

$$R_{total} = 8 + 12 = 20$$

$$J_{max} = \frac{\mathcal{E}}{20}$$

$$J_2 + J_4 = J_3 + J_1$$

$$J_2 = J_3 + J_1 - J_4$$

$$\frac{\mathcal{E}}{2 \cdot 2R} - \frac{\mathcal{E}}{3 \cdot 2R} = \frac{3\mathcal{E} - 2\mathcal{E}}{2 \cdot 2 \cdot 3R} = \frac{\mathcal{E}}{12R}$$

$$U_0 + J_4 R_4 = R_2 J_3 + R_2 J_1 - R_2 J_4$$

$$\mathcal{E} = R_3 J_3 + R_4 J_4$$

$$\mathcal{E} = R_1 J_1 + R_2 J_3 + R_2 J_1 - R_2 J_4$$

$$\mathcal{E} = R_3 J_3 = J_4$$

$$\mathcal{E} = R_3 J_3 = J_4$$

$$\mathcal{E} = R_3 J_3 = J_4$$

$$\mathcal{E} = R_3 J_3 = J_4$$