

Олимпиада «Физтех» по физике, с

Вариант 11-07

Класс 11

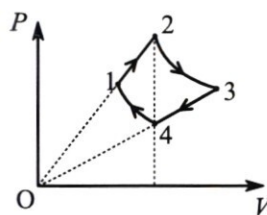
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

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.

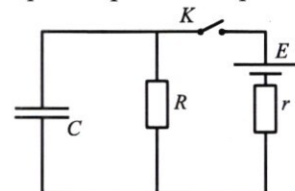
2. Идеальный одноатомный газ из состояния 1 с температурой T_1 расширяется в процессе 1-2 прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V . В процессе 1-2 объем газа увеличивается в $k = 1,8$ раза. Затем газ расширяется в изотермическом процессе 2-3, сжимается в процессе 3-4 прямо пропорциональной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



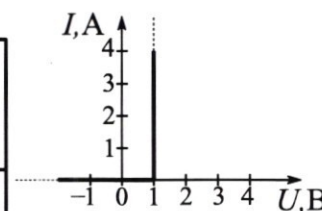
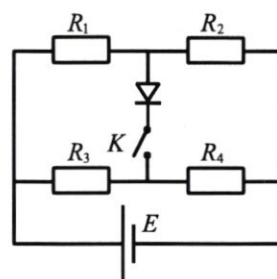
3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, конденсатор не заряжен. Величины E, R, C известны, $r = 3R$. Ключ K на некоторое время замыкают, а затем размыкают, когда скорость роста энергии конденсатора максимальна.

- 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?



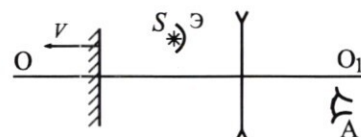
4. В цепи используется мостовая схема (см. рис.). ЭДС идеального источника $E = 8$ В, $R_2 = 3$ Ом, $R_3 = 6$ Ом, $R_4 = 2$ Ом. Вольтамперная характеристика диода показана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В.

- 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

①

A - амплитуда колебаний, F - сила со стороны пружины
 m - масса шарика
 k - жесткость пружины
 $mg - F = 3F - mg$
 1) $\begin{cases} mg = 2F \\ mg = kA \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} mg = kA \\ F = \frac{kA}{2} \end{cases}$
 Ответ: $a = \frac{mg - F}{m} = \frac{g}{2}$ - ускорение в (1) и 2
 2) v_1 - ск. в полож 1, v_2 - ск. в полож 2.

ЗСЭ:

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{k \left(\frac{A}{2}\right)^2}{2} = \frac{mgA}{2}$$

$$\frac{mv_2^2}{2} + \frac{k \left(\frac{3A}{2}\right)^2}{2} = \frac{3}{2} mgA$$

$\Leftrightarrow \begin{cases} \frac{mv_1^2}{2} = \frac{3}{8} mgA \\ \frac{mv_2^2}{2} = \frac{3}{8} mgA \end{cases}$

Ответ: $E_{кин1} : E_{кин2} = 1$

3) максимальная кинетическая энергия максимальна в точке равновесия и равна $E_{кин0} = mgA - \frac{kA^2}{2} = \frac{mgA}{2}$

потенциальная энергия деформации пружины максимальна в нижней точке и равна $W_0 = \frac{k(A)^2}{2} = 2kA^2 - 2mgA$

Ответ: $\frac{W_0}{E_{кин0}} = 4$

2

Дано:

$$V_2 = 1,8 V_1$$

$$T_1$$

$$V_2 = V_4$$

$$T_1 = T_4$$

$$T_2 = T_3$$

Найти:

$$1) T_2$$

$$2) p_1 / p_3$$

$$3) C_{12}$$

p_1, p_2, p_3, p_4 — давления в соотв точках

V_1, V_2, V_3, V_4 — объём в соотв точках

T_2, T_3, T_4 — тем-ра в соотв точках

α — упр коэф на участке 1-2

β — упр коэф на участке 3-4

$$1) p_1 V_1 = \nu R T_1 \quad p_1 V_1 = \alpha V_1^2$$

$$\alpha V_1^2 = \nu R T_1$$

$$\alpha V_2^2 = \nu R T_2$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 = 3,24$$

$$\text{Ответ: } T_2 = 3,24 T_1$$

$$2) T_1 = T_4 \Rightarrow p_1 V_1 = p_4 V_4, \quad V_4 = V_2 \Rightarrow p_1 V_1 = p_4 V_2 \Rightarrow p_1 = 1,8 p_4$$

$$T_2 = T_3 \Rightarrow p_2 V_2 = p_3 V_3 \Rightarrow 3,24 \alpha V_1^2 = \beta V_3^2$$

$$\beta V_4^2 = \beta V_2^2 = \alpha V_1^2$$

$$\frac{\beta V_3^2}{\beta V_4^2} = 3,24 \Rightarrow \frac{V_3}{V_2} = 1,8 \Rightarrow \frac{V_3}{V_1} = 3,24$$

или

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_3 V_3}{T_3}$$

$$\text{Ответ: } \frac{p_1}{p_3} = \frac{T_1 \cdot 3,24 V_1}{V_1 \cdot 3,24 T_1} = 1$$

$$3) Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R T_1 (3,24 - 1) + \frac{(p_1 + p_2)(V_2 - V_1)}{2}$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R T_1 \cdot 2,24 + \frac{\alpha V_2^2 - \alpha V_1^2}{2} = \frac{3}{2} \nu R T_1 \cdot 2,24 + \frac{1}{2} \nu R T_1 (3,24)$$

$$C_{12} = \frac{Q_{12}}{\nu(T_2 - T_1)} = \frac{2 \nu R T_1 \cdot 2,24}{\nu \cdot 2,24 T_1} = 2R$$

$$\text{Ответ: } 2R = C_{12}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3)

1) I_1 — ток через источник сразу после замыкания ключа

Дано: $\mathcal{U}$ — напряжение на R

$\mathcal{E}, R, C$

$r = 3R$

Найти:

$$\mathcal{E} = I_1 (R + r) = 4R I_1$$

Ответ: $I_1 = \frac{\mathcal{E}}{4R}$

1) I_1 ,

2) I_c

3) Q

2) скорость роста энергии на конденсаторе
максимальна $\Rightarrow (u I_c)' = 0$, где

I_c — ток через конденсатор.

$$\begin{cases} u = \mathcal{E} - I_0 r = \mathcal{E} - 3R I_0 & I_0 \text{ — ток через источник} \\ u = I_R R & I_R \text{ — ток через } R \\ I_c + I_R = I_0 \end{cases}$$

$$I_c = \frac{\mathcal{E} - 4u}{3R} \Rightarrow I_c' = - \frac{4 I_c}{3RC}$$

$$(u I_c)' = \left(\frac{q}{2C} \cdot I_c \right)' = \frac{I_c^2}{C} + \frac{q \cdot I_c'}{C} = 0$$

$$\frac{I_c (I_c - \frac{4q}{3RC})}{C} = 0 \quad \text{функция } u I_c \text{ максимальна}$$

Ответ: $I_c = \frac{4u}{3R} = \frac{\mathcal{E}}{6R}$

Ответ: $I_c = 0$

при $I_c = \frac{4q}{3RC} \Rightarrow u = \frac{\mathcal{E}}{8}$

3) $Q = \frac{Cu^2}{2} = \frac{C \cdot \mathcal{E}^2}{128}$

Ответ: $Q = \frac{C \mathcal{E}^2}{128}$

4)

U_k — накр-ие на R_k U_0 — накр на диоде

Дано: I_k — ток через I_k I_g — ток через диод

$R_2 = 3 \text{ Ом}$ $\mathcal{E} = 8 \text{ В}$

$R_3 = 6 \text{ Ом}$ $U_0 = 1 \text{ В}$

$R_4 = 2 \text{ Ом}$ $P_0 = 2 \text{ Вт}$

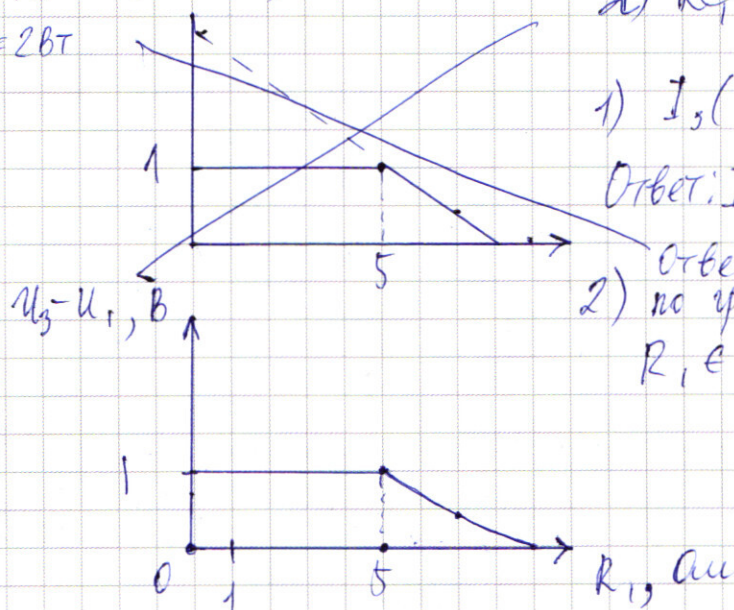
Найти:

1) I_3

2) R_1

3) R_1

$U_3 = U_1, \text{ В}$ $U_3 = U_1, \text{ В}$ $I_3 = \frac{\mathcal{E}}{R_3 + R_4} = 1 \text{ А}$
 $R_1 \in [0; 4]$



1) $I_3(R_3 + R_4) = \mathcal{E}$

Ответ: $I_3 = \frac{\mathcal{E}}{R_3 + R_4} = 1 \text{ А}$

2) по графику
 $R_1 \in [0; 5] \text{ Ом}$

3) $I_g = \frac{P_0}{U_0} = 2 \text{ А}$

$$\begin{cases} \mathcal{E} = R_1 I_1 + R_2 I_1 - R_2 I_g \\ \mathcal{E} = R_3 I_3 + R_4 I_3 + R_4 I_g \\ R_1 I_1 + U_0 = R_3 I_3 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} I_2 = I_1 - I_g \\ I_4 = I_3 + I_g \\ R_1 I_1 + U_0 = R_3 I_3 \end{cases}$$

$\mathcal{E} = R_1 I_1 + R_2 I_1 - R_2 I_g$

$\mathcal{E} = R_1 I_1 + U_0 + R_4 I_g + R_4 \frac{R_1 I_1 + U_0}{R_3}$

$R_1 I_1 + U_0 = R_3 I_3$

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

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

$I_1 = \frac{68}{18 - 2R_1}$

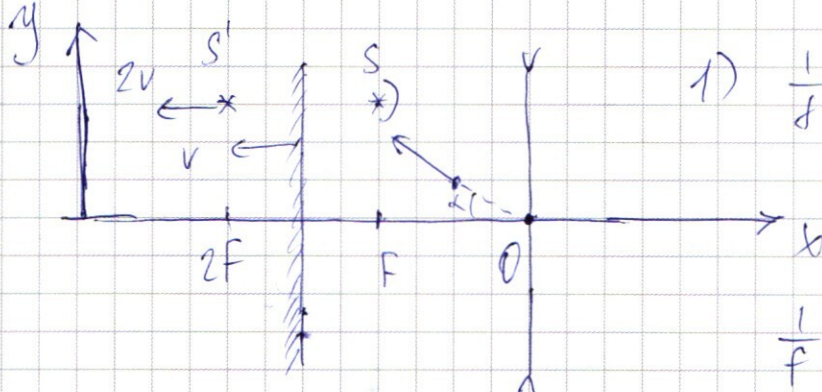
$I_1 = \frac{R_2 I_g + \mathcal{E}}{R_1 + R_2} = \frac{14}{R_1 + 3}$

$R_1 = \frac{24}{41} \text{ Ом}$

Ответ: при $R_1 = \frac{24}{41} \text{ Ом}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5



$$1) \frac{1}{s} + \frac{1}{f} = -\frac{1}{f}$$

$$s = 2f$$

$$\frac{1}{f} = -\frac{(2f + f)}{2f^2}$$

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

мнимое
Ответ: изображение будет находиться
слева от линзы на расстоянии $\frac{2}{3}f$

2) При сдвигании зеркала на Δx расстояние $v \Delta t$ за малый промежуток времени, изображение источника удалится от поверхности зеркала на $v \Delta t$, то есть изображение источника удаляется от линзы со скоростью $\frac{v \Delta t}{\Delta t} = v \Rightarrow s' = -2v$ $f' = \Delta x$ — см. изобр по горизонтали

$$\left(\frac{1}{s} + \frac{1}{f}\right)' = \left(f \frac{1}{f}\right)'$$

$$\frac{s'}{s^2} + \frac{f'}{f^2} = 0$$

$$\frac{-2v}{4f^2} + \frac{9\Delta x}{4f^2} = 0$$

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

$y = f \cdot \frac{f}{s}$ — высота на которой находится изобр линзы

$$\Delta y = y' = \frac{3}{4}f \cdot \frac{f'f - s's}{s^2} = \frac{3}{4} \cdot \frac{2}{9}v \cdot \frac{2f + 2v \cdot 2f}{4f} = \frac{10}{9}v \cdot \frac{3}{4} = \frac{5}{3}v$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{5}{3} \cdot \frac{9}{2} = \frac{15}{2}$$

Ответ: $\text{tg } \alpha = 15/2$

~~$$3) u = \sqrt{\left(\frac{10}{9}\right)^2 + \left(\frac{2}{9}\right)^2} \cdot V = \frac{2}{9} \sqrt{26} V$$~~

~~Ответ: $u = \frac{2}{9} \sqrt{26} V$~~

$$\text{Ответ: } u = \sqrt{\left(\frac{5}{3}\right)^2 + \left(\frac{2}{9}\right)^2} = \frac{1}{3} \sqrt{25 + \frac{4}{9}} = \frac{1}{3} \sqrt{229}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

①

$$g + \frac{3F}{m} =$$

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

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

$$mg = F$$

□

н

$$g + \frac{F}{m} = g + \frac{3F}{m} - g$$

$$2g - \frac{2F}{m} = 0$$

$$\frac{F}{m} = g \quad F = mg$$

$$a = 2g$$

$$kx = mg$$

$$mg(A+x) = \frac{kA^2}{2}$$

$$2mgA - 2mgx = \frac{kA^2}{2}$$

$$\frac{kA^2}{2} - 2mgA - mgx$$

$$W = m^2g^2 + 2mgkx = 3m^2g^2$$

$$A = \frac{mg + mg\sqrt{3}}{2k} = \frac{mg(1+\sqrt{3})}{k}$$

$$mg(A+x) = \frac{k(A+x)^2}{2}$$

$$2mg = k(A+x)$$

$$2mg = kA + kx$$

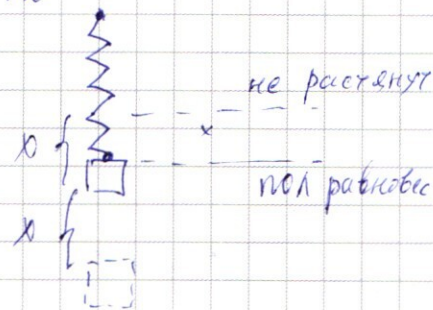
$$kA = mg$$

$$A = x$$

$$W_0 = \frac{kx^2}{2} = \frac{k \cdot 4x^2}{2}$$

$$E_1 \quad E = 2kx^2 - \frac{kx^2}{2} = \frac{3}{2}kx^2$$

$$E_2 = 2kx^2 - \frac{4}{2} \cdot \frac{9}{2}kx^2 = -2,5kx^2$$



$$3F = 3kx$$

$$3x$$

2)

1)

$$p_1 v_1 = \nu R T_1$$

$$\alpha v_1^2 = \nu R T_1$$

$$\alpha v_2^2 = \nu R T_2$$

$$\alpha (1,8 v_1)^2 = \nu R T_2$$

$$3,24 \alpha v_1^2 = \nu R T_2$$

$$T_2 = 3,24 T_1$$

2)

$$T_1 = T_4 \Rightarrow p_1 v_1 = p_4 v_4$$

$$v_4 = v_2$$

$$p_1 v_1 = p_4 v_2$$

$$p_1 v_1 = p_4 1,8 v_1$$

$$p_4 = \frac{5}{9} p_1$$

$$p_2 v_2 = p_3 v_3$$

$$3,24 \alpha v_1^2 = p_3 v_3 = \beta v_3^2$$

$$\beta v_2^2 = p_1 v_1 = \alpha v_1^2$$

$$\frac{\beta v_3^2}{\beta v_2^2} = \frac{3,24 \alpha v_1^2}{\alpha v_1^2}$$

$$= 3,24$$

$$\frac{v_3}{v_2} = 1,8 \Rightarrow \frac{v_3}{v_1} = 3,24$$

3)

$$\cancel{\nu R T_1 (3,24 - 1)}$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R T_1 (3,24 - 1) + \frac{(p_1 + p_2)(v_2 - v_1)}{2}$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R T_1 \cdot 2,24 + \frac{\alpha v_2^2 - \alpha v_1^2}{2}$$

$$Q_{12} = \frac{\nu R T_1 (3,24 - 1)}{2} = 2 \nu R T_1 \cdot 2,24$$

$$C_{12} = \frac{2 \nu R T_1 \cdot 2,24}{\nu \cdot T_1 \cdot 2,24} = 2R$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4

$$1) I_3 = \frac{\mathcal{E}}{R_3 + R_4} = \frac{\mathcal{E}}{r} = 1 \text{ A}$$

2)

$$I_1 = I_2 + I_g = I_0 - I_3$$

$$I_4 = I_3 + I_g$$

$$I_1 + I_3 = I_0 = I_1 + I_4 - I_g$$

$$I_1 + I_4 = I_0 = I_1 + I_4 - I_g$$

$$U_1 + U_g - U_3 = 0$$

$$U_1 + U_2 = U_3 + U_4 = \mathcal{E}$$

$$U_2 - U_4 - U_g = 0$$

$$U_1 = U_3 - U_g$$

$$\mathcal{E} - U_1 - U_4 - U_g = 0$$

$$U_1 = \mathcal{E} - U_4 - U_g$$

$$I_1 R_1 = I_3 R_3 + I_g R_4$$

$$(I_3 + I_g) R_4 + I_3 R_3 = \mathcal{E} \quad I_3 (R_4 + R_3) = \mathcal{E} - I_g R_4$$

$$(I_1 - I_g) R_2 + I_1 R_1 = \mathcal{E} \quad I_1 (R_2 + R_1) = \mathcal{E} + I_g R_2$$

$$I_1 + I_3 = \frac{\mathcal{E} - I_g R_4}{R_4 + R_3} + \frac{\mathcal{E} + I_g R_2}{R_2 + R_1} = \frac{\mathcal{E} R_2 + \mathcal{E} R_1 - I_g R_4 R_2}{(R_2 + R_1)(R_4 + R_3)}$$

$$\frac{I_g R_4 R_1 + \mathcal{E} R_4 + \mathcal{E} R_3 + I_g R_2 R_4 + I_g R_2 R_3}{(R_2 + R_1)(R_4 + R_3)} =$$

$$= \frac{\mathcal{E} (R_1 + R_2 + R_3 + R_4) + I_g R_2 R_3 - I_g R_4 R_1}{(R_2 + R_1)(R_4 + R_3)}$$

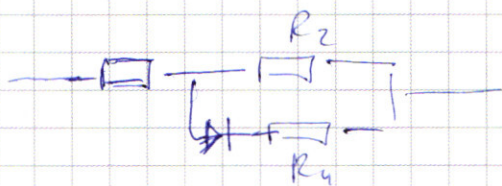
$$U_4 + U_g = U_2 \quad U_3 = U_1 + U_g$$

$$U_2 + U_1 = U_1 + U_g + U_g$$

$$U_3 + U_g =$$

$$E - U_2 + U_4 + U_g = E$$

$$U_4 + U_g - U_2 = 0$$



$$U_2 = R_2 I_2$$

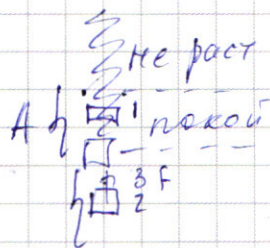
$$R_4 (I_3 + I_g) + U_g =$$

$$\frac{kA^2}{2}$$

$$\frac{kA^2}{2} = \frac{mv^2}{2} +$$

$$\sum \dots A$$

$$\frac{kA^2}{2} + mgA = \frac{mv^2}{2}$$



$$E_0 = mgA - \frac{kA^2}{2}$$

$$E_0 = \frac{mgA}{2}$$

$$W_0 = k \frac{(2A)^2}{2}$$

$$= 2kA^2 = 2mgA$$

$$\frac{W_0}{E_0} = 4$$

$$mg - f = 3f - mg$$

$$mg = kA$$

$$2mg = 4f$$

$$f = \frac{mg}{2}$$

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

$$2F = mg$$

$$f = kx$$

$$F = \frac{kA}{2}$$

$$E - mg = mg - 3f$$

$$E + mg = 3f - mg$$

$$E_2$$

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{k \left(\frac{A}{2}\right)^2}{2} = kA \frac{mgA}{2}$$

$$mv_1^2 = mgA - \frac{kA^2}{4}$$

$$mv_1^2 = mgA - \frac{mgA}{4} = \frac{3}{4}mgA$$

$$\frac{mv_2^2}{2} + \frac{k \left(\frac{3}{2}A\right)^2}{2} = \frac{3}{2}mgA$$

$$mv_2^2 + \frac{9}{4}mgA = \frac{3}{2}mgA$$

$$mv_2^2 = \frac{3}{4}mgA \quad E_2 : E_1 = 1$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

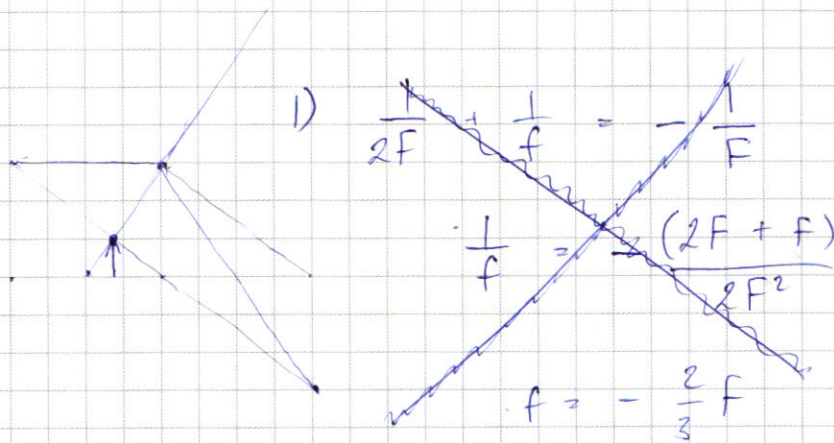
3

$$\begin{aligned}
 & \left(\frac{q}{2C} \right)' = \frac{2q I_c}{2C} = 0 \quad \text{и} \quad \left(\frac{\mathcal{E} - 4U}{R} \right)' = 0 \\
 & \left(\frac{q I_c}{C} \right)' = 0 \quad \text{и} \quad \frac{q I_c}{C} = 0 \quad \text{и} \quad U I_c = 0 \\
 & \left(\frac{q \cdot q'}{C} \right)' = 0 \quad \text{и} \quad \frac{\mathcal{E}^2}{4} - \frac{\mathcal{E}^2}{4} = 0 \quad \text{и} \quad \frac{\mathcal{E}^2}{8} - \frac{\mathcal{E}^2}{16} \\
 & \frac{q' \cdot q' + q \cdot q''}{C} = 0 \quad \text{и} \quad \mathcal{E} - 8U = 0 \\
 & \frac{I_c^2 + q \cdot I_c'}{C} = 0 \quad \text{и} \quad U = \mathcal{E} - I_0 \cdot 3R \quad \mathcal{E} - 8U \\
 & \frac{I_c^2 - 4q \cdot \frac{4 I_c}{3RC}}{C} = 0 \quad \text{и} \quad U = I_R \cdot R \quad U = \frac{\mathcal{E}}{8} \\
 & \frac{I_c \left(I_c - \frac{4q}{3RC} \right)}{C} = 0 \quad \text{и} \quad I_c = I_0 - I_R \\
 & I_c = 0 \quad \text{и} \quad I_c = \frac{\mathcal{E} - U}{3R} - \frac{U}{R} \\
 & I_c = \frac{4q}{3RC} \quad \text{и} \quad I_c = \frac{\mathcal{E} - 4U}{3R} \\
 & \frac{4q}{3RC} = \frac{\mathcal{E} - 4U}{3R} \quad \text{и} \quad q = \frac{4q}{3RC} (\mathcal{E} - 4U) \\
 & 0 = \frac{\mathcal{E} - 4U}{3R} \quad \text{и} \quad U = \frac{\mathcal{E}}{4} \\
 & \frac{\mathcal{E}}{4} = \mathcal{E} - 3I_0 R \quad \text{и} \quad I_0 = \frac{\mathcal{E}}{4R} \\
 & \frac{3}{4} \mathcal{E} = 3I_0 R
 \end{aligned}$$

2) $I_c = 0$

3) $\frac{CU^2}{4L} Q = \frac{CU^2}{2} = \frac{C \cdot \left(\frac{\varepsilon}{4}\right)^2}{2} = \frac{C\varepsilon^2}{32}$

(4)



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

$\frac{d}{dx} \left(\frac{1}{f} + \frac{1}{f} \right) = \left(-\frac{1}{F} \right)'$

$\frac{d}{dx}$

$\frac{d}{dx}$

$\frac{d'}{f^2} + \frac{f'}{f^2} = 0$

$\frac{25}{9}$

$180 + 45 = 225$

225

$\frac{v^2}{36} + \frac{4v^2}{81} = \frac{2v}{4f^2} + \frac{f'}{4f^2} = 0$

$u_x = -\frac{2}{3} v$

$= \frac{v^2}{3^2 \cdot 2^2} + \frac{4v^2}{3^2 \cdot 3^2} = \frac{25v^2}{324} = \frac{5}{81} v$

$\frac{2}{3} v : 4 = \frac{2}{12} v = \frac{1}{6} v$

$y = h \cdot \frac{f}{f} = h \cdot \frac{2f}{f} = 2h$

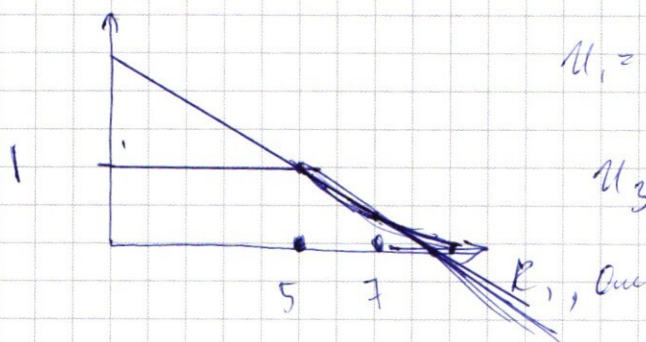
$y = h \cdot \frac{f}{f}$

$y' = h \cdot \frac{f'f - f'f}{f^2} = h \cdot \frac{u_x f - 2v f}{f^2}$

$= \frac{dy}{dx} \cdot \frac{v}{6} \Rightarrow \tan \alpha = y' = h \cdot \frac{-\frac{2}{3} v \cdot 2f + 2v \cdot \frac{2}{3} f}{4f^2} = \frac{3}{4} \cdot \left(-\frac{v}{f} + \frac{v}{f} \right) = 0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$U_3 - U_1$$



$$I_1 = 7 \text{ A} \quad U_1 = 5,6 \text{ V}$$

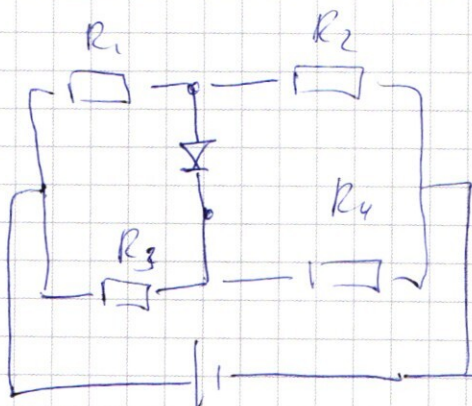
$$U_1 = \frac{\mathcal{E} R_1}{R_1 + R_2} \quad 6 \text{ B}$$

$$U_3 = \frac{\mathcal{E} R_3 R_4}{R_3 + R_4}$$

$$P = U_g I_g$$

$$I_g = \frac{P}{U_g}$$

~~Ug~~



$$\frac{14}{41}$$

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

$$R_1 R_3 + R_4 R_1 = R_1 R_3 + R_3 R_2$$

$$R_1 I_1 = R_3 I_3 \quad R_1 = \frac{R_3 R_2}{R_4} =$$

$$I_1 (R_1 + R_2) = \mathcal{E} = 9$$

$$I_3 (R_3 + R_4) = \mathcal{E}$$

$$\begin{cases} \mathcal{E} = R_1 I_1 + R_2 I_1 - R_2 I_g \\ \mathcal{E} = R_3 I_3 + R_4 I_3 + R_4 I_g \\ R_1 I_1 + U_g = R_3 I_3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \mathcal{E} = R_1 I_1 + R_2 I_1 - R_2 I_g \\ \mathcal{E} = R_1 I_1 + U_g + R_2 I_3 + R_4 I_g + R_4 \frac{R_1 I_1 + U_g}{R_3} \\ R_1 I_1 + U_g = R_3 I_3 \end{cases}$$

$$R_2 I_1 - R_2 I_g = U_g + R_4 I_g + R_4 \cdot \frac{R_1 I_1}{R_3} + \frac{R_4 U_g}{R_3}$$

$$I_1 \left(R_2 - \frac{R_4 R_1}{R_3} \right) = R_2 I_g + U_g + R_4 I_g + \frac{R_4 U_g}{R_3}$$

$$I_1 (R_2 R_3 - R_4 R_1) = 68 \text{ B} \cdot \text{A} = (18 - 2R_1) I_1$$

$$I_1 = \frac{R_2 I_g + \mathcal{E}}{R_1 + R_2} = \frac{14}{R_1 + 0,3}$$

$$I_1 = \frac{68}{18 - R_1}$$

$$I_1 = \frac{14}{R_1 + 3}$$

$$= \frac{14 \cdot 41}{24 + 123} =$$

$$= \frac{410 + 164}{147} = \frac{574}{147} = \frac{82 \cdot 7}{3 \cdot 49} = \frac{82}{21}$$

$$\frac{82}{21} \cdot \frac{24}{41} + \frac{40}{21} \cdot 3$$

$$\frac{48}{21} + \frac{120}{21} = \frac{168}{21}$$

$$\begin{array}{r} 18 \\ 14 \\ \hline 72 \\ 18 \\ \hline 252 \end{array}$$

$$68R_1 + 204 = 252 - 14R_1$$

$$82R_1 = 48$$

$$R_1 = \frac{48}{82} \text{ Ом} = \frac{24}{41} \text{ Ом}$$

$$560 : 7 = 80$$