

Олимпиада «Физтех» по физике, (

Класс 11

Вариант 11-08

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

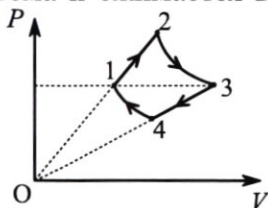
1. Шарик подвешен в поле тяжести на легкой упругой пружине с неизвестной жесткостью. Шарик поднимают вверх до положения, когда пружина не деформирована, и отпускают. При дальнейшем движении шарика вдоль вертикали в некоторые моменты времени силы, действующие на шарик со стороны пружины, отличаются в 4 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 . 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. В процессе 3-4 давление газа уменьшается в $k = 1,7$ раза.

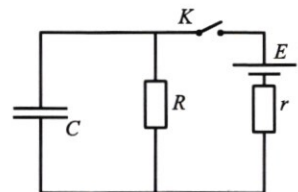
Давления газа в состояниях 1 и 3 равны.

- 1) Найти температуру газа в процессе 2-3.
- 2) Найти отношение объемов газа в состояниях 2 и 4.
- 3) Найти молярную теплоемкость газа в процессе 3-4.



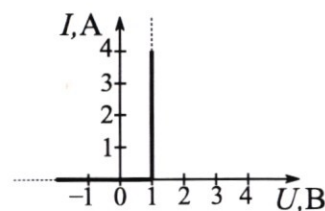
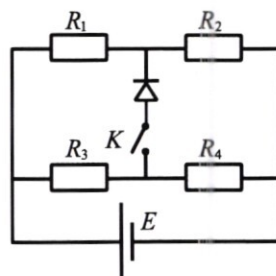
3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, конденсатор не заряжен. Величины E, R, C известны, $r = 4R$. Ключ K на некоторое время замыкают, а затем размыкают, когда скорость роста энергии конденсатора максимальна.

- 1) Найти ток, текущий через резистор R , сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти напряжение на конденсаторе сразу после размыкания ключа.
- 3) Найти максимальную скорость роста энергии, запасаемой конденсатором.



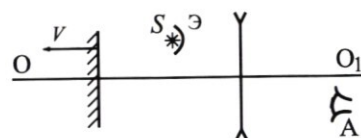
4. В цепи используется мостовая схема (см. рис.). ЭДС идеального источника $E = 10$ В, $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 5$ Ом, $R_4 = 15$ Ом. Вольтамперная характеристика диода показана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В.

- 1) Найти ток через резистор R_1 при разомкнутом ключе K .
- 2) При каких значениях R_3 ток потечет через диод при замкнутом ключе K ?
- 3) При каком значении R_3 мощность тепловых потерь на диоде будет равна $P_D = 0,8$ Вт?

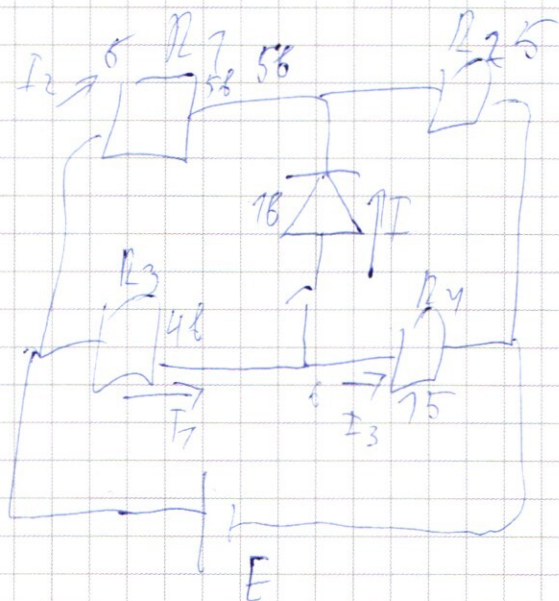


5. Оптическая система состоит из тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием $-F$ ($F > 0$), плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси линзы OO_1 . Источник S находится на расстоянии $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии $F/3$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $11F/18$ 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



$$E = 70 \text{ В}, R_1 = 5, R_2 = 5, \\ R_3 = 4, R_4 = 75$$

1) Для R_1 выразим $0,5E$ т.к. $R_2 = R_1$

$$\Rightarrow I = \frac{0,5E}{R_2} = \frac{0,5 \cdot 70}{5} = 7 \text{ А}$$

2) Для R_3 выразим напряжение
 через сопротивление R_4

$$\frac{R_3}{R_4} = \frac{4}{75} \quad R_3 = \frac{75}{76} \cdot 4 = 7,5 \cdot 4 = 30 \text{ Ом}$$

3) $P = I^2 R$ $U = 16$ $P = 0,8 \text{ Вт}$ $\frac{0,8}{1} = I$ $I = 0,8 \text{ А}$

$$I_1 R_3 = I_2 R_1 \quad I_1 = I + I_3$$

$$I_1 R_3 + I_3 R_4 = E$$

$$\frac{I_2 + I}{R_1} = I_3 R_4 \quad R_3 = R_1 R_4 / R_4$$

$$I_3 = I_1 - I$$

$$I_2 R_1 + I R_2 + I_2 R_2 = E$$

$$I_2 (R_1 + R_2) = E - I R_2$$

$$I_2 = \frac{E - I R_2}{R_1 + R_2}$$

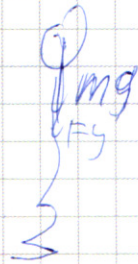
$$R_1 + R_2 \quad R_3 = 0,4 R_3 + 0,4 R_4$$

$$0,6 R_3 = 0,4 R_4$$

$$R_3 = \frac{1}{6} R_4 = \frac{75 \cdot 4}{6} = 50 \text{ Ом}$$

$$I = \frac{U}{R_3} \quad 0,8 = \frac{4}{R_3} \quad R_3 = 5 \text{ Ом}$$

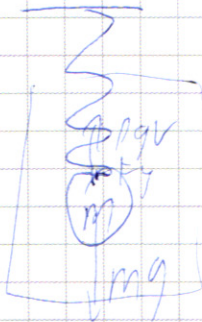




N 7

$$F_y = Kx$$

$$m\vec{a} = Kx + \vec{m}g$$



$$F_y = Kx \quad Kx + pgV = mg - m\ddot{y}$$

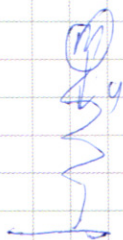
$$Kx + mg - pgV = m\ddot{y}$$

$$F_1 + pgV - mg = m\ddot{y}$$

$$F_2 - pgV + mg = m\ddot{y}$$

$$-F_2 - pgV + mg = -m\ddot{y}$$

$$5F = m\ddot{y}$$



$$4F_y - mg = m\ddot{y}$$

$$4F_y - mg = m\ddot{a} - F_y$$

$$F_y + mg = m\ddot{y}$$

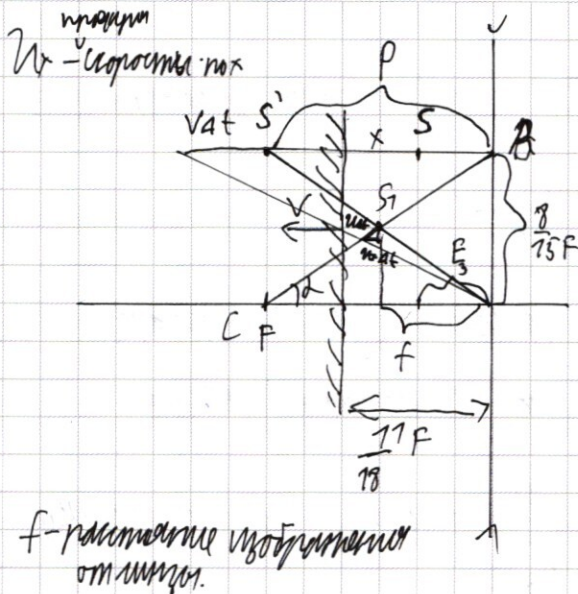
$$2m\ddot{a} = 3F_y$$

$$4F_y = m\ddot{a} + m\ddot{y} = 4m\ddot{a} - m\ddot{y}$$

$$2mg = 3m\ddot{a} \quad \ddot{a} = \frac{2}{3}g$$

$$E = \frac{Kx_1^2}{2} = \frac{E - \frac{K}{2} 16x_1^2}{E - \frac{K}{2} x_1^2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



(N 5)

S - изображение в зеркале

S_1 - изображение в линзе.

P - расстояние между зеркалом S и линзой

u - скорость течения

Для начала нужно сказать, что наблюдатель сможет увидеть четкое изображение предмета в линзе т.к. линза - собирающая линза.

x - расстояние между предметом и зеркалом.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f} + \frac{1}{2f}$$

$$x = \frac{11f}{18} - \frac{f}{3} = \frac{11f}{18} - \frac{6f}{18} = \frac{5f}{18}$$

$$p = \frac{3f}{9} + \frac{3f}{9} = \frac{8f}{9}$$

$$\Rightarrow p = \frac{5f}{9} + \frac{f}{3} = \frac{5f}{9} + \frac{3f}{9} = \frac{8f}{9}$$

$$\frac{1}{p} = \frac{1}{f} + \frac{1}{s} \Rightarrow \frac{1}{\frac{8f}{9}} = \frac{1}{f} + \frac{1}{s} \Rightarrow \frac{9}{8f} = \frac{1}{f} + \frac{1}{s} \Rightarrow \frac{9}{8} = 1 + \frac{f}{s} \Rightarrow \frac{1}{8} = \frac{f}{s} \Rightarrow s = 8f$$

Можно заметить что изображение перемещается по прямой BC

$$\Rightarrow \tan \alpha = \frac{8}{15} : f = \frac{8}{15} \quad \tan \alpha = \frac{8}{15}$$

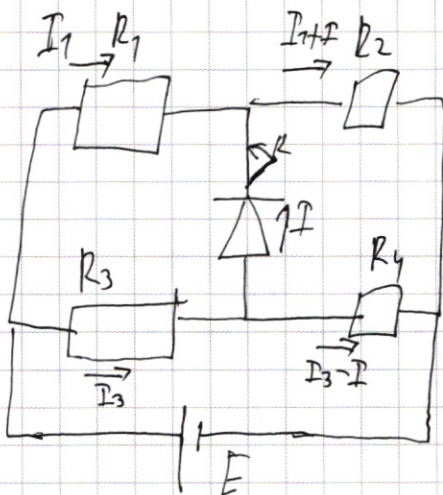
$$\frac{1}{p} + \frac{1}{f} = \frac{1}{s} \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{p} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f} - \frac{9}{8f} = -\frac{17}{8f} \quad \frac{1}{f} = -\frac{17}{8f}$$

$$f = -\frac{8f}{17}$$

т.к. есть т.к. изображение слева.

$$\cos^2 \alpha = \frac{1}{1 + \tan^2 \alpha} = \frac{1}{1 + \frac{64}{225}} = \frac{1}{\frac{289}{225}} = \frac{225}{289} \quad \cos \alpha = \frac{15}{17}$$

(N4)



U - напряжение на диоде

I_1 - ток через R_1 , I - ток через диод

I_3 - ток через R_3 , $I_1 - I$ - ток через R_2

м.к. $R_1 = R_2$ но на R_1 упадет $0,5E$

$$I_1' = \frac{0,5E}{R_1} = \frac{0,5 \cdot 10}{5} = 1A$$

минимальное значение R_3 можно найти так,
на R_1 упадет $0,5$ вольт, значит, на R_3 должно упасть
4,8 вольт

$$R_3 = R_3 \quad \frac{R_3}{R_4} = \frac{R_3}{R_3 + R_4} \quad R_3 = 0,4 \quad R_3 = 0,4R_3 + 0,4R_4$$

$$0,6R_3 = 0,4R_4 \quad R_3 = \frac{0,4}{0,6} R_4 = \frac{4}{6} \cdot 15 = 10 \text{ ом.}$$

Теперь считаем

$$P = 0,8 \text{ Вт} \quad P = IU \quad U = 0,8 = 0,8A$$

$$E = I_1 R_1 + I_1 R_2 + I R_2 \quad 10 = I_1 \cdot 5 + I_1 \cdot 5 + 0,8 \cdot 5$$

$$10 = 10 I_1 + 4 \quad I_1 = 0,6A.$$

$$I_1 R_1 = 1 + I_3 R_3$$

$$10 = I_3 R_3 + I_3 R_4 - R_4 I$$

$$0,6 \cdot 5 = 1 + I_3 R_3$$

$$10 = I_3 R_3 + I_3 \cdot 15 - 12 \quad 22 = I_3 R_3 + 15 I_3$$

$$2 = I_3 R_3$$

$$22 = 2 + 15 I_3 \quad 15 I_3 = 20 \quad I_3 = \frac{20}{15} = \frac{4}{3}$$

$$R_3 = \frac{2}{I_3} = \frac{2 \cdot 3}{4} = 1,5 \text{ ом.}$$

Ответ: 1) $I_1' = 1A$, 2) $R_3 < 10 \text{ ом}$, 3) $R_3 = 1,5 \text{ ом}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$A = q^2 / 2C \quad S = \int A dt = \int \frac{1}{2C} q^2 dt = \left(\frac{E}{2} - \frac{E}{2} e^{-\frac{t}{2RC}} \right) \left(\frac{E}{4R} e^{-\frac{t}{2RC}} \right)$$

$$= \frac{E^2}{8R} e^{-\frac{t}{2RC}} - \frac{E^2}{8R} e^{-\frac{t}{RC}} \quad \text{найти max (возврат энергии)}$$

$$\frac{E^2}{8R} \left(-e^{-\frac{t}{2RC}} + e^{-\frac{t}{RC}} \right) = 0 \quad e^{-\frac{t}{2RC}} (2e^{-\frac{t}{2RC}} - 1) = 0$$

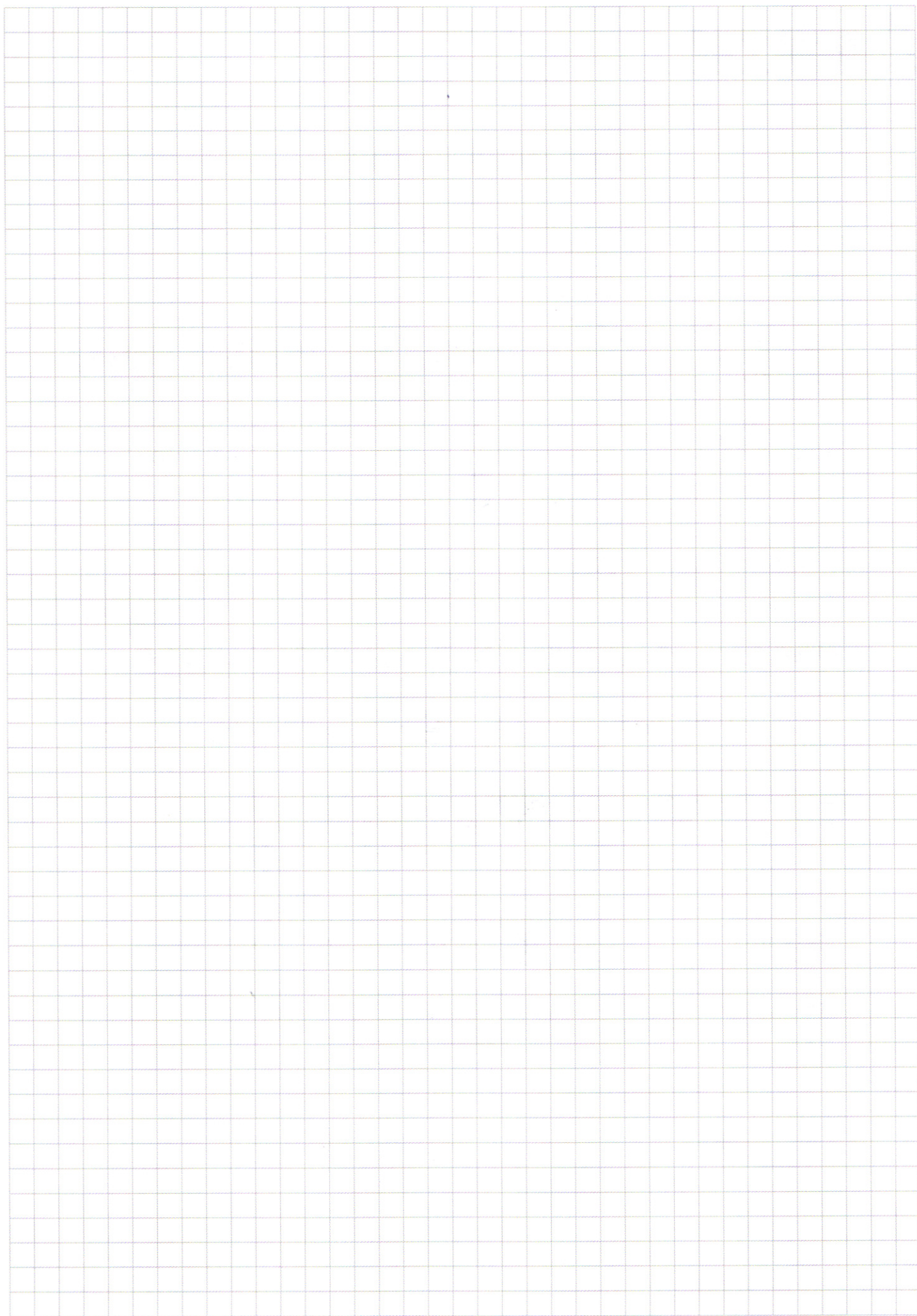
$$\frac{2}{e^{-\frac{t}{2RC}}} = 1 \quad e^{-\frac{t}{2RC}} = 2 \quad \frac{t}{2RC} = \ln 2 \quad t = \ln 2 \cdot 2RC = \frac{2RC \ln 2}{1}$$

Найти I_2 1. $I_2 = \frac{U}{R} \quad U = \frac{q}{C} \quad I_2 = \frac{0,5EC - 0,5EC e^{-\frac{t}{2RC}}}{CR}$

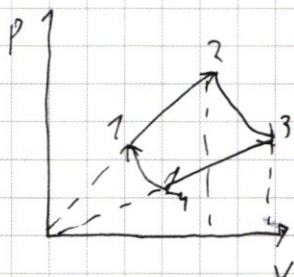
$$I_2 = \frac{0,5E - 0,25E}{R} = \frac{0,25E}{R}, \quad U = \frac{q}{C} = 0,5E - 0,25E = 0,25E$$

$$S = \frac{E^2}{8R} e^{-\frac{\ln 2 \cdot 2RC}{2RC}} - \frac{E^2}{8R} e^{-\frac{\ln 2 \cdot 2RC}{RC}} = \frac{E^2}{8R} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{4} \right) = \frac{E^2}{32R}$$

Ответ: $I_2 = \frac{0,25E}{R}, \quad U = 0,25E, \quad S = \frac{E^2}{32R}$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1-из-60-ва

(N2)

Q-тепло, выходящее из системы в 3-4, с-теплоемкость

P_1, P_2, P_3, P_4 - давления в точках 1, 2, 3, 4 соответственно

V_1, V_2, V_3, V_4 - объемы в точках 1, 2, 3, 4 соответственно

α_1 - коэффициент расширения для процесса 1-2, A-работа в 3-4

α_2 - коэффициент расширения для процесса 3-4

T_{23} - температура на изохоре 2-3, ΔU - изменение внутр. энергии в 3-4

$$P_1 = P_3 \quad \frac{P_3}{P_4} = 1,7$$

$$P_1 V_1 = \sqrt{RT_1}; \quad P_2 V_2 = \sqrt{RT_{23}}; \quad P_3 V_3 = \sqrt{RT_{23}}; \quad P_4 V_4 = \sqrt{RT_1}$$

$P = \alpha_1 V \quad \quad \quad P = \alpha_2 V$

$$\frac{P_4^2}{\alpha_2^2} = \sqrt{RT_1} \quad \frac{P_3^2}{\alpha_2^2} = \sqrt{RT_{23}}$$

$$\left(\frac{P_3}{P_4}\right)^2 = \frac{T_{23}}{T_1}$$

$$T_{23} = 2,89 T_1$$

максимальное расширение

$$\frac{P_2^2}{\alpha_1^2} = \sqrt{RT_{23}} \quad \frac{P_1^2}{\alpha_1^2} = \sqrt{RT_1} \quad \frac{P_2}{P_1} = 1,7$$

$$P_2 V_2 = \sqrt{RT_{23}} \quad P_4 V_4 = \sqrt{RT_1}$$

$$\frac{V_2}{V_4} = \frac{T_{23}}{T_1} \cdot \frac{P_4}{P_2}$$

коэффициент расширения $1,7 P_4 = P_2 \quad \frac{P_4}{P_2} = \frac{1}{1,7} = \frac{1}{2,89}$

$$V_2 = V_4$$

$$Q = \sqrt{C_4 T}, \quad \Delta U = \frac{3}{2} \sqrt{R} (T_1 - T_{23}) = -\frac{3}{2} \sqrt{R} \cdot 1,89 T_1$$

$$A = (P_3 + P_4)(V_4 - V_3) = -2,7 P_4 \cdot 0,7 V_4 \quad (V_3 = 1,7 V_4 \text{ из условия } P = \alpha_2 V)$$

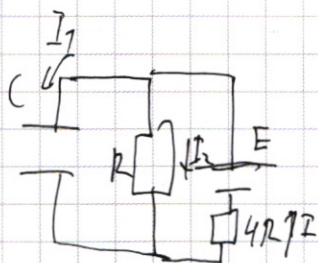
$$A = -1,89 P_4 V_4 = -1,89 \sqrt{RT_1} \quad \sqrt{C} (T_1 - T_{23}) = -\frac{3}{2} \sqrt{R} \cdot 1,89 T_1 - 1,89 \sqrt{RT_1}$$

$$C(1 - 1,89 T_1) = -1,5 R T_1 \cdot 1,89 - 1,89 R T_1$$

$$C = 2,5 R$$

Ответ: $C = 2,5 R, \quad T_{23} = 2,89 T_1, \quad V_2 = V_4$

(N3)



Q - заряд конденсатора, E - напряжение источника тока,
 S - емкость параллельно соединенных, I_2 - ток через резистор R .

$$E = I_2 R + \frac{Q}{C} + I_2 R, \text{ но } I_2 R = \frac{Q}{C} \quad E = 2\frac{Q}{C} + 4I_2 R$$

$$4Q'R + 2\frac{Q}{C} = E \quad \text{Ищем решение из известной системы}$$

$$Q = U \cdot V \quad Q' = U'V + V'U$$

$$4R(U'V + V'U) + \frac{2U}{C} = E \quad 4RU'V + 4RV'U + \frac{2U}{C} = E$$

$$V(4RU' + \frac{2U}{C}) + 4RV'U = E \quad \begin{cases} 4RU' + \frac{2U}{C} = 0 \\ 4RV'U = E \end{cases}$$

$$4R \frac{dU}{dt} = -\frac{2U}{C} \quad \int 4RC \frac{dU}{U} = \int -2 dt \quad 4RC \ln U = -t \cdot 2$$

$$\ln U = -\frac{t}{2RC} \quad U = e^{-\frac{t}{2RC}} \Rightarrow 4R \frac{dV}{dt} e^{-\frac{t}{2RC}} = E$$

$$dV = \frac{E}{4R} e^{\frac{t}{2RC}} dt \quad V = \frac{EC}{2} e^{\frac{t}{2RC}} + Z$$

$$Q = \left(\frac{EC}{2} e^{\frac{t}{2RC}} + Z \right) e^{-\frac{t}{2RC}} = \frac{EC}{2} + Z e^{-\frac{t}{2RC}}, \text{ найдем константу } Z$$

$$0 = \frac{EC}{2} + Z \quad Z = -\frac{EC}{2} \Rightarrow Q = \frac{EC}{2} - \frac{EC}{2} e^{-\frac{t}{2RC}}$$

$$A = \frac{Q^2}{2C} = \frac{Q^2}{2C} \quad \frac{dA}{dt} = \frac{2QQ'}{2C} = \frac{QQ'}{C} = \left(\frac{EC}{2} - \frac{EC}{2} e^{-\frac{t}{2RC}} \right) \left(\frac{E}{4R} e^{-\frac{t}{2RC}} \right)$$

$$= \frac{E^2 C}{8R} + \frac{E^2 C}{8R} e^{-\frac{t}{RC}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Теперь найдем скорость изобразителя.
Трисовсем небольшим переключением увеличим массу
будет фиксированной.

$$\cos \alpha = \frac{u_x}{u} \quad u = \frac{u_x}{\cos \alpha}$$

$$r = \frac{f}{p} = \frac{8f}{17} \cdot \frac{g}{8f} = \frac{g}{17}$$

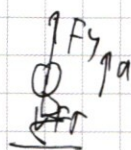
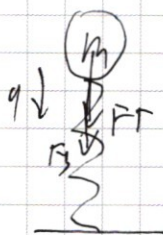
Тогда $r = \frac{u_x t}{\sqrt{4t}} \quad \Delta t \rightarrow 0, \quad r = \frac{u_x}{\sqrt{v}} \quad \frac{g}{17} = \frac{u_x}{\sqrt{v}} \quad u_x = \frac{g\sqrt{v}}{17}$

$$u = \frac{g\sqrt{v}}{17} \cdot \frac{17}{15} = \frac{3\sqrt{v}}{5}$$

Ответ: $f = -\frac{8}{17}f, \quad \tan \alpha = \frac{8}{15}, \quad u = \frac{3\sqrt{v}}{5}$

m-масса груза

(v)



$$ma = F_s + F_y \quad ma = 4F_y - F_s$$

$$ma - mg = 4ma - mg$$

$$ma - mg = 4ma - 4mg$$

$$g + g = 4a - 4g \quad 5g = 3a$$

$$a = \frac{5}{3}g$$

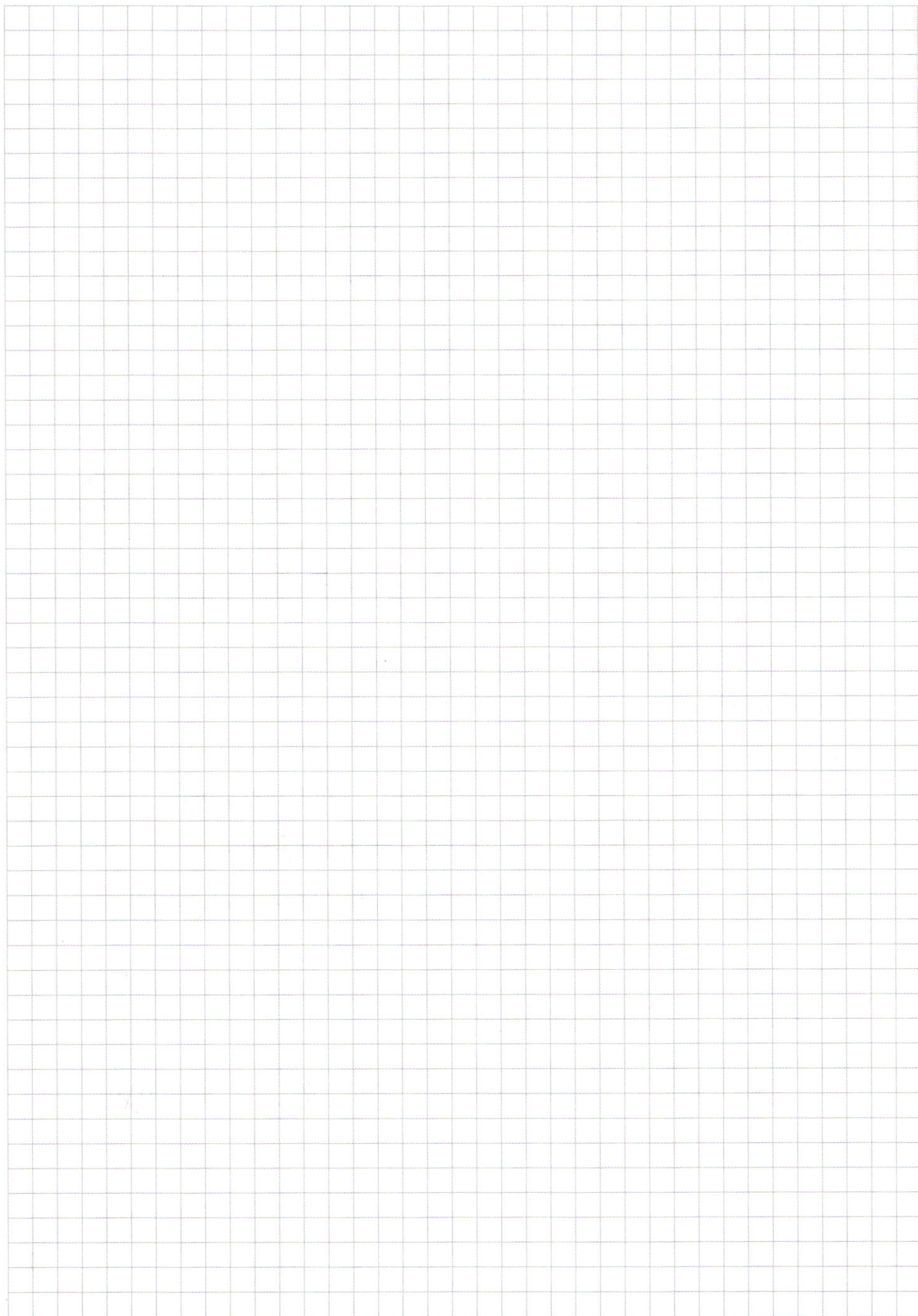
Теперь (эпюрим).

$$\frac{8}{3}mg = Kx_1$$

$$\frac{2}{3}mg = Kx_2$$

$$Kx_1 = 4Kx_2 \quad x_1 = 4x_2$$

Ответ: $a = \frac{5}{3}g, :$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Handwritten work on grid paper showing physics calculations and diagrams.

Top Left Diagram: A vector diagram on a coordinate system. A vector F is shown at an angle α to the horizontal. Its horizontal component is labeled $0.75 F$. A point A is marked on the horizontal axis, and a point B is marked on the vertical axis. A line segment AB is drawn, with the label $AB = \sqrt{3} \cdot t$ next to it.

Top Right Diagram: A right-angled triangle with a horizontal base of $4K$ and a vertical height of 4 . The hypotenuse is labeled 5 . The angle at the top vertex is labeled α .

Bottom Left Diagram: A rectangular loop with a spring inside, labeled q .

Formulas and Calculations:

$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}{\cos \alpha}$$

$$\tan^2 \alpha = \frac{1 - \cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha}$$

$$\tan^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \quad \cos^2 \alpha = \frac{1}{1 + \tan^2 \alpha}$$

Arithmetic Calculations:

Calculation 1:

$$\begin{array}{r} 15 \\ 5 \\ \hline 25 \end{array}$$

Calculation 2:

$$\begin{array}{r} 1 \\ 225 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 3:

$$\begin{array}{r} 19 \\ 9 \\ \hline 181 \end{array}$$

Calculation 4:

$$\begin{array}{r} 16 \\ 6 \\ \hline 96 \end{array}$$

Calculation 5:

$$\begin{array}{r} 17 \\ 7 \\ \hline 119 \end{array}$$

Calculation 6:

$$\begin{array}{r} 225 \\ 25 \\ \hline 250 \end{array}$$

Calculation 7:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 8:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 9:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 10:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 11:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 12:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 13:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 14:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 15:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 16:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 17:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 18:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 19:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 20:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 21:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 22:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 23:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 24:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 25:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 26:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 27:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 28:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 29:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 30:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 31:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 32:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 33:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 34:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 35:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 36:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 37:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 38:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 39:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 40:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 41:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 42:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 43:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 44:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 45:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 46:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 47:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 48:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 49:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 50:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 51:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 52:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 53:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 54:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 55:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 56:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 57:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 58:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 59:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 60:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 61:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 62:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 63:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 64:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 65:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 66:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 67:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 68:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 69:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 70:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 71:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 72:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 73:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 74:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 75:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 76:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 77:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 78:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 79:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 80:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 81:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 82:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 83:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 84:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 85:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 86:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 87:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 88:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 89:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 90:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 91:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 92:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 93:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 94:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 95:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 96:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 97:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 98:

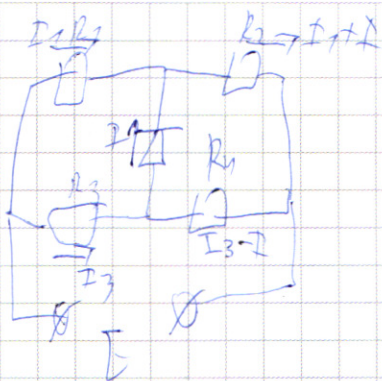
$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 99:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$

Calculation 100:

$$\begin{array}{r} 25 \\ 5 \\ \hline 125 \end{array}$$



$$E = I_1 R_1 + I_1 R_2 + R_2 I_1 \quad 10 = 5I_1 + 3I_1 + 4$$

$$E = I_2 R_3 + R_4 I_2 - R_4 I_1 \quad 10 = 10I_2 + 4$$

$$10 = I_3 R_3 + I_3 \cdot 75 - 42 \quad 22 = I_3 R_3 + I_3 \cdot 75$$

$$I_3 R_3 = I_1 \cdot 6 \quad I_3 = \frac{22}{R_3 + 75} \quad \frac{6}{10} = I_1$$

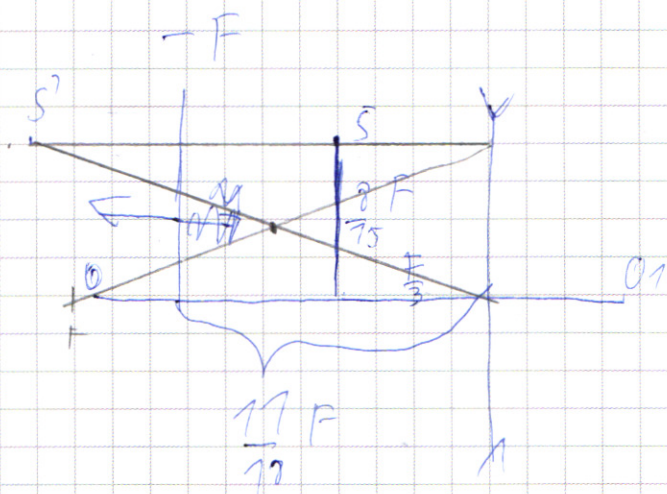
$$\frac{22}{R_3 + 75} R_3 = 3$$

$$22R_3 = 3R_3 + 45$$

$$19R_3 = 45$$

$$R_3 = \frac{45}{19}$$

15



$$I = \frac{U}{R} = \frac{4}{5}$$

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

$$\frac{1}{f} = \frac{3}{F} = -\frac{1}{4F} \quad \frac{1}{f} = -\frac{4}{F}$$

$$4f = -F \quad f = -\frac{F}{4}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

(V2)

$P_1 = P_3$ $\frac{P_3}{P_4} = 1,7$
 $T_{23} ?$ $P = 2,7 \cdot 10^5$
 $P_1 V_1 = \nu R T_1$ $P_2 V_2 = \nu R T_2$
 $P_4 V_4 = \nu R T_4$ $P_3 V_3 = \nu R T_3$
 $P = 2,7 \cdot 10^5$ $V = \frac{P}{2,7}$
 $\frac{P_4^2}{2,7} = \nu R T_1$ $\frac{P_3^2}{2,7} = \nu R T_{23}$
 $\left(\frac{P_3}{P_4}\right)^2 = \frac{\nu R T_{23}}{\nu R T_1}$ $1,7^2 \cdot T_1 = T_{23}$ $T_{23} = 2,89 T_1$
 $\frac{P_1^2}{2,7} = \nu R T_1$ $\frac{P_2^2}{2,7} = \nu R T_{23}$ $\left(\frac{P_1}{P_2}\right)^2 = \frac{\nu R T_1}{\nu R T_{23}}$ $\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^2 = 2,89$
 $\frac{P_2}{P_1} = 1,7$ $P_1 V_1 = P_4 V_4$ $\frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} = \frac{\nu R T_1}{\nu R T_{23}}$
 $P_2 V_2 = \nu R T_{23}$ $P_1 V_1 = \nu R T_1$ $\frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} = \frac{T_1}{T_{23}}$ $P_2 V_2 \frac{T_1}{T_{23}} = P_1 V_1$
 $\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_{23}}{T_1} \frac{P_1}{P_2}$ $P_2 = 1,7 P_1$ $P_3 = 1,7 P_4$ $P_1 V_1$
 ~~$P_2 V_2 = P_3 V_3$~~

$$q = \frac{E}{2} - \frac{E}{2} e^{-\frac{t}{2RC}}$$

$$+ \frac{E}{2} e^{-\frac{t}{2RC}} \cdot \frac{1}{2RC}$$

$$I = + \frac{E}{2} e^{-\frac{t}{2RC}} \cdot \frac{1}{2RC} = \frac{E}{4RC} e^{-\frac{t}{2RC}}$$

$$= \frac{E}{4RC} e^{-\frac{t}{2RC}}$$

$$E = 4RC \frac{E}{4RC} e^{-\frac{t}{2RC}} + 2 \left(\frac{E}{2} - \frac{E}{2} e^{-\frac{t}{2RC}} \right)$$

$$= E e^{-\frac{t}{2RC}} - E e^{-\frac{t}{2RC}}$$

$$- \frac{E}{2RC} e^{-\frac{t}{2RC}} \cdot - \frac{1}{2RC} = 0$$

$$-\ln 2 = \frac{1}{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}$$

$$-\ln 2 = \frac{1}{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}$$

$$q = \frac{E}{2} - \frac{E}{2} e^{-\frac{t}{2RC}}$$

$$A = \frac{q^2}{2C} \quad A' = \frac{2q q'}{2C}$$

$$= \frac{E}{2RC} e^{-\frac{t}{2RC}} \left(\frac{E}{2} - \frac{E}{2} e^{-\frac{t}{2RC}} \right) = \frac{E^2}{8RC} e^{-\frac{t}{2RC}} - \frac{E^2}{8RC} e^{-\frac{t}{2RC}} = 0$$

$$\frac{E^2}{8RC} \left(e^{-\frac{t}{2RC}} - e^{-\frac{t}{2RC}} \right) = 0$$

$$\frac{1}{2RC} \left(e^{-\frac{t}{2RC}} + e^{-\frac{t}{2RC}} \right) = 0$$

$$-e^{-\frac{t}{2RC}} + 2e^{-\frac{t}{2RC}} = 0$$

$$2e^{-\frac{t}{2RC}} = e^{-\frac{t}{2RC}} \quad 2e = e$$

$$e^{-\frac{t}{2RC}} (2e^{-\frac{t}{2RC}} - 1) = 0$$

$$2e^{-\frac{t}{2RC}} = \frac{1}{2} \quad -\frac{t}{2RC} =$$

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{2} \quad 2 = e^{\frac{t}{2RC}}$$

$$\ln 2 = \frac{t}{2RC}$$

$$t = \ln 2 \cdot 2RC$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$P_1 V_1 = 1.7 P_2 V_2$ $P_3 V_3 = P_4 V_4$

$\frac{P_1}{P_2} = 1.7$ $\frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} = 1.7$ $\frac{P_1^2}{P_2^2} = \frac{P_1^2}{P_2^2}$

$P_3 = 1.7 P_4$ $P_2 V_2 = P_3 V_3$ $\frac{P_2^2}{P_3^2} = \frac{P_2^2}{P_3^2}$

$P = \frac{2}{3} V$ $P_1 = \frac{2}{3} V_1$ $P_2 = \frac{2}{3} V_2$

$\frac{1.7 P_1}{P_2} = \frac{1.7 V_1}{V_2}$ $V_2 = 1.7 V_1$

$\frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} = \frac{T_1}{T_2}$ $P_1 V_1 = \sqrt{RT_1}$ $\frac{1.7 P_1}{P_2} = \frac{1.7 V_1}{V_2}$ $V_3 = 1.7 V_4$

$\left(\frac{P_2}{P_3}\right)^2 = \frac{1}{2.7}$ $P_2 V_2 = \sqrt{RT_2}$ $P_3 V_3 = \sqrt{RT_3}$ $\frac{P_3}{P_2} = \frac{V_2}{V_3}$

$\frac{P_2}{1.7} = 1.7 P_4$ $V_2 = \frac{T_2}{T_1} \frac{1}{2.7} = \frac{2.7}{2.7} \frac{1}{2.7} = \frac{1}{2.7}$ $V_2 = V_4$

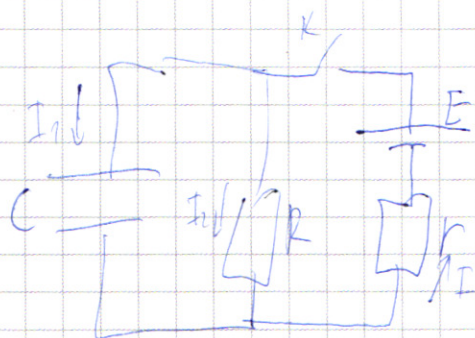
$Q = \int C dT$ $\Delta U = \frac{3}{2} \sqrt{RT} (T_{23} + T_1) = -\frac{3}{2} \sqrt{RT} \cdot 1.79 T_1$

$A = (P_4 + P_3) (V_3 + V_4) = (P_4 + P_3) 0.7 V_4 = -2.7 P_4 \cdot 0.7 V_4$

$P_1 V_1 = \sqrt{RT_1}$ $Q = -1.79 \sqrt{RT_1} + \frac{3}{2} \sqrt{RT}$ $Q = -\frac{3}{2} \sqrt{RT} \cdot 1.79 T_1 + 1.79 \sqrt{RT_1}$

$\sqrt{C} (T_1 - T_{23}) = 1.79 T_1 - \frac{3}{2} \sqrt{RT} - 1.79 \sqrt{RT_1}$

$C (1 + 1.79 T_1) = 1.79 R (T_1 + \frac{3}{2})$ $C = R (2.57 T_1 + 2.5 R)$



№3

$R = 4R, E, R, C$ $U_{\text{продолж. max}}$

$C = \frac{q}{U}$

$E = I_1 R + I_2 R + \frac{q}{C}$ $\frac{q}{C} = I_2 R$

$I_2 = \frac{q}{CR}$

$E = 4IR + \frac{q}{C} + \frac{q}{C}$

$A = \frac{qU}{2} = \frac{q^2}{2C}$

$E = 4IR + 2\frac{q}{C}$

$\frac{dA}{dt} = \frac{2q}{2C} \frac{dq}{dt} = \frac{q}{C} \frac{dq}{dt}$

$4qR + 2\frac{q}{C} - E = 0$

$4R \frac{dq}{dt} + \frac{2}{C} q - E = 0$

$4R \frac{dq}{dt} + \frac{2}{C} q - E = 0$

$2RC \frac{dq}{dt} + q - \frac{EC}{2} = 0$

$q = U \cdot V$ $q' = U'V + V'U$

$4R \frac{dq}{dt} = E - 2\frac{q}{C}$

$q = \left(\frac{EC}{2} + Z \right) e^{-\frac{t}{2RC}}$

$4R(U'V + V'U) + 2UV - E = 0$

$q = \frac{EC}{2} + Z$ $0 = \frac{EC}{2} + Z$

$4R(U'V + V'U) + 2UV - E = 0$

$Z = -\frac{EC}{2}$

$V(4RU' + \frac{2}{C}U) + 4RV'U = E$

$4RU' + \frac{2}{C}U = 0$
 $4RV'U = E$

$4R \frac{dU}{dt} = -\frac{2U}{C}$

$4RC \frac{dU}{dt} = -\frac{2}{C} U$

$2RC \ln U = -\frac{t}{C}$

$\ln U = -\frac{t}{2RC}$

$U = e^{-\frac{t}{2RC}}$

$4R \frac{dU}{dt} e^{-\frac{t}{2RC}} = E$

$V = \frac{E}{4R} \int e^{\frac{t}{2RC}} dt$

$V = \frac{E}{4R} \cdot 2RC = \frac{EC}{2} \left(e^{\frac{t}{2RC}} + Z \right)$