

# Олимпиада «Физтех» по физике, 1

Класс 11

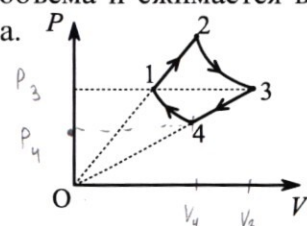
## Вариант 11-06

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 2,5 раза, а модули ускорений равны.  $mg \Delta x = k \Delta x$   $kx = mg$   $\Delta x = \frac{mg}{k}$   $mg = k \Delta x$   $mg = k \frac{mg}{k}$   $mg = mg$

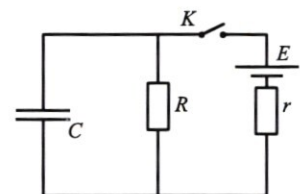
- 1) Найти модуль ускорения в эти моменты.  $k = \frac{2mg}{\Delta x}$   $4x = 2mg$   $mg = k \Delta x$   $mg = k \frac{mg}{k}$   $mg = mg$
- 2) Найти отношение кинетических энергий шарика в эти моменты.  $k$   $mg = k \Delta x$   $mg = k \frac{mg}{k}$   $mg = mg$
- 3) Найти отношение максимальной энергии деформации пружины к максимальной кинетической энергии шарика.  $mg(\Delta x)^2 = mv^2 + kx^2$   $mg = \frac{mv^2}{\Delta x} + kx$   $mg = \frac{mv^2}{\Delta x} + k \frac{mg}{k}$   $mg = \frac{mv^2}{\Delta x} + mg$   $0 = \frac{mv^2}{\Delta x}$   $mv^2 = 0$

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 объем газа уменьшается в  $k = 1,9$  раза. Давления газа в состояниях 1 и 3 равны.



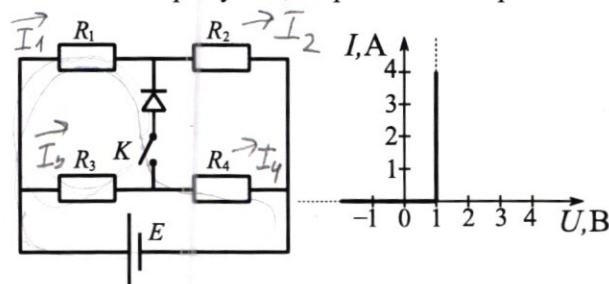
- 1) Найти температуру газа в процессе 2-3.
- 2) Найти отношение объемов газа в состояниях 2 и 4.
- 3) Найти молярную теплоемкость газа в процессе 3-4.

3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, конденсатор не заряжен. Величины  $E, R, C$  известны,  $r = 2R$ . Ключ  $K$  на некоторое время замыкают, а затем размыкают, когда скорость роста энергии конденсатора максимальна.



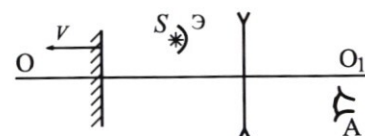
- 1) Найти напряжение на резисторе  $R$  сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти заряд конденсатора непосредственно перед размыканием ключа.
- 3) Найти максимальную скорость роста энергии, запасаемой конденсатором.

4. В цепи используется мостовая схема (см. рис.). ЭДС идеального источника  $E = 12$  В,  $R_1 = 5$  Ом,  $R_2 = 1$  Ом,  $R_4 = 22$  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  $P_D = 3$  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  $4F/5$  от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью  $V$  вдоль оси  $OO_1$ . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии  $8F/5$  от линзы.



- 1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель  $A$  сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
- 2) Под каким углом  $\alpha$  к оси  $OO_1$  движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
- 3) Найти скорость изображения в этот момент.





## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\sim 2$

Дано:

$T_1^*$

$\frac{V_3}{V_4} = k = 1,9$

$P_1 = P_3$

1)  $T_{23} - ?$

2)  $\frac{V_2}{V_4} - ?$

3)  $C_{34} - ?$

1) пусть  $\frac{P_{34}}{P_1 V_{34}} = b$

тогда  $P_3 = b V_3$

$P_4 = b V_4$

по закону Менделеева-Клапейрона (М-К)

$\frac{P_3 V_3}{P_4 V_4} = \frac{\cancel{R} T_3}{\cancel{R} T_4} \quad \frac{V_3^2 \cancel{b}}{V_4^2 \cancel{b}} = \frac{T_3}{T_4}$

$T_4 = T_1$  - ТК. процесс изотермический

$\left(\frac{V_3}{V_4}\right)^2 = \frac{T_3}{T_1} \Rightarrow T_{23} = T_3 = T_1 \cdot \left(\frac{V_3}{V_4}\right)^2 = T_1 \cdot k^2 = \boxed{3,61 T_1}$

2)  $\frac{T_3}{T_1} = k^2$

по закону М-К

$\frac{P_1 V_1}{P_3 V_3} = \frac{\cancel{R} T_1}{\cancel{R} T_3} = \frac{1}{k^2} \quad \frac{V_1}{V_3} = \frac{1}{k^2}$

пусть  $\frac{P_{12}}{V_{12}} = m$  тогда по з М-К  $\frac{V_1^2 m}{V_2^2 m} = \frac{\cancel{R} T_1}{\cancel{R} T_2}$   $T_2 = T_3$  - изотермический процесс

$\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2 = \frac{T_1}{T_3} = \frac{1}{k^2} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{k}$

$V_1 = \frac{V_3}{k^2} = \frac{V_2}{k} \quad V_3 = V_2 k \quad \frac{V_3}{V_4} = k \quad \frac{V_2 k}{V_4} = k \quad \boxed{\frac{V_2}{V_4} = 1}$

3)  $Q_{34} = \Delta U_{34} + A_{34}$

$A_{34} = \frac{P_4 V_4}{2} - \frac{P_3 V_3}{2} = \frac{1}{2} (P_4 V_4 - P_3 V_3)$

по з. М-К

$A_{34} = \frac{1}{2} \cancel{R} (T_4 - T_3)$

$V_3$  - объем в Т. 3

$V_4$  - объем в Т. 4.

$P_1$  - давление в состоянии 1

$P_3$  - давление в сост. 3

$P_{34}$  - давление в процессе 3-4

$V_{34}$  - изменение объема в пр. 3-4

$T_3$  - температура в сост. 3

$T_4$  - температура в сост. 4

$V_2$  - объем в сост. 2

$T_2$  - темп. в сост. 2

$P_{12}$  - изменение ~~темпа~~ давления в процессе 1-2

$V_{12}$  - изменение давления в процессе 1-2

$V_1$  - давление в сост. 1

$Q_{34}$  - кол-во теплоты отданное телом в процессе 3-4

$\Delta U_{34}$  - изменение внутренней энергии в процессе 3-4

$A_{34}$  - работа в процессе 3-4 совершенная над газом

$k = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$  - газовая постоянная



$$\Delta U_{34} = \frac{3}{2} \gamma R (T_4 - T_3)$$

$$Q_{34} = \frac{3}{2} \gamma R (T_4 - T_3) + \frac{1}{2} \gamma R (T_4 - T_3) = 2 \gamma R (T_4 - T_3)$$

$$Q_{34} = C_{34} \gamma (T_4 - T_3)$$

$\gamma$  - кол-во степеней свободы

$$C_{34} \gamma (T_4 - T_3) = 2 \gamma R (T_4 - T_3)$$

$$C_{34} = 2R = 2 \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} = 16,62 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

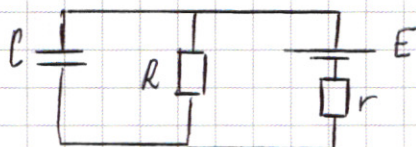
Ответ: а)  $T_{23} = 3,61 T_1$  б)  $\frac{V_2}{V_4} = 1$  в)  $C_{34} = 16,62 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

~3

Дано:

$E, R,$

$r = 2R$



$I_0$  - сила тока

1)  $U_R = ?$

$U_C = ?$

2)  $q = ?$

1) Сразу после замыкания ключа напряжение на конденсаторе остаётся равным напряжению до замыкания ключа  $\Rightarrow U_C = 0$

по закону Ома для полной цепи

$$E = I_0 (r + R) \quad I_0 = \frac{E}{2R + R} = \frac{E}{3R}$$

по з. Ома для участка цепи

$$U_R = I_0 R = \frac{E}{3R} \cdot R = \frac{E}{3}$$

Ответ: а)  $\frac{E}{3}$

~5

Дано:

$-F$

$$h = \frac{8F}{15}$$

$$a = \frac{4F}{5}$$

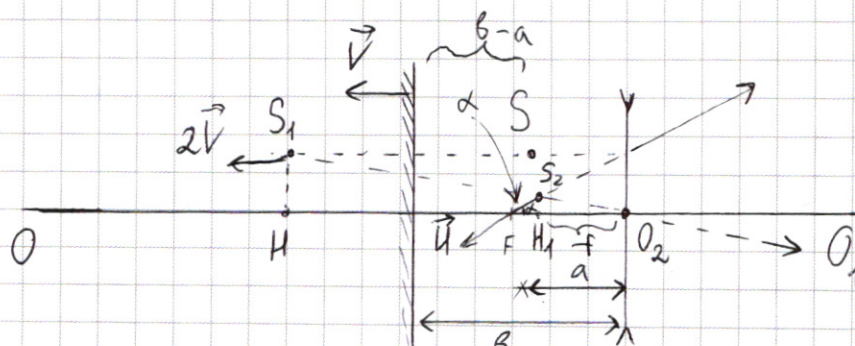
$V$

$$b = \frac{8F}{5}$$

1)  $f = ?$

2)  $\alpha = ?$

3)  $U = ?$



1) источник  $S$  отобразится в зеркале и получится виртуальное изображение  $S_1$ , пусть  $d$  - расстояние от  $S_1$  до линзы

$$d = b - a + b = 2b - a = 2 \cdot \frac{8F}{5} - \frac{4F}{5} = \frac{12F}{5}$$

для линзы из источника  $S_1$  действительный



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

по формуле для тонкой линзы:

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

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

$\Gamma$  - увеличение  
даваемое системой  
(линзой)

$$f = \frac{dF}{F+d} = \frac{12F \cdot F}{5 \cdot (F + \frac{12F}{5})} = \frac{12F^2}{5 \cdot \frac{17F}{5}} = \boxed{\frac{12F}{17}}$$

2) источник  $S_1$  будет удаляться по мере удаления зеркала, при этом скорость источника  $S_1$  равна  $2V$ , т.к.  $S_1$  проходит в 2 раза больше расстояние чем зеркало за одно и то же время. Скорость  $S_1$  направлена в ту же сторону что и скорость зеркала. По мере удаления  $S_1$  изображение  $S_2$  будет уменьшаться и приближаться к фокусу линзы  $\Rightarrow$  скорости  $S_2$  направлены к фокусу.

$O_2$  - т. пересечения линзы и оси  $OO_1$

Опустим перпендикуляры  $H$  и  $H_1$ , как на рис.

$$\Delta S_1 O_2 H \sim \Delta S_2 O_2 H_1$$

$$\frac{S_1 H}{S_2 H_1} = \frac{H O_2}{H_1 O_2}$$

$$H O_2 = d \quad S_1 H = h \cdot \frac{d}{f}$$

$$H_1 O_2 = f$$

$$S_1 H = h$$

$$S_2 H_1 = \frac{f \cdot h}{d}$$

$$F H_1 = F - H_1 O_2 = F - f$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S_2 H_1}{F H_1} = \frac{f h}{d(F - f)} = \frac{\frac{12F}{17} \cdot \frac{8F}{15}}{\frac{12F}{5} \cdot (F - \frac{12F}{17})} = \frac{8 \cdot 5}{17 \cdot 15 \cdot (\frac{5}{17})} = \frac{8}{15}$$

$$3) \quad \Gamma^2 = \frac{V \cos \alpha}{2V} = \left( \frac{f}{d} \right)^2$$

$$1 + \operatorname{tg}^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{64}{225}}} = \frac{15}{17}$$

$$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{12F \cdot 5}{17 \cdot 12F} = \frac{5}{17}$$

$$U = \frac{2V \Gamma^2}{\cos \alpha} = \frac{2V \cdot \frac{25}{289} \cdot 17}{\frac{15}{17}} = \frac{10V}{3 \cdot 17} = \frac{10V}{51}$$

Ответ: а)  $f = \frac{12F}{17}$



$$\delta) \alpha = \arctg \frac{8}{15}$$

$$b) U = \frac{10V}{51}$$

~4

Дано:

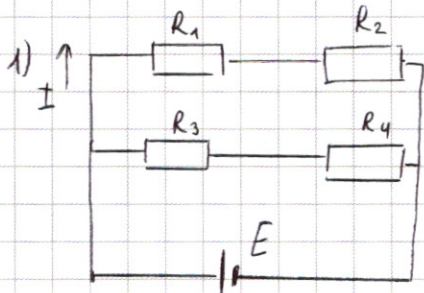
$$E = 12B$$

$$R_1 = 50\Omega$$

$$R_2 = 10\Omega$$

$$R_4 = 22\Omega$$

$$U_0 = 1B$$



по правилу Кирхгофа

$$E = I R_1 + I R_2$$

$I$  - сила  
тока

$$I_{R_1} = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{12B}{50\Omega + 10\Omega} = 1.2A$$

Ответ: а) 2A

$$1) R_1 \rightarrow I_{R_1}?$$

$$2) R_3 - ?$$

~3

$$2) W = \frac{CU_c^2}{2}$$

по правилу Кирхгофа

$$E - U_c = Ir$$

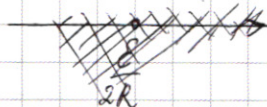
$$U_c = E - Ir$$

$$W = \frac{C}{2} (E^2 - 2EIr + I^2 r^2)$$

$$W' = \frac{C}{2} (2E(-r) + 2I r^2) = 0$$

$$2Ex = 2Ir^2$$

$$I = \frac{E}{r} = \frac{E}{2R}$$



$$U_c = E - E$$

W =

~1

Дано:

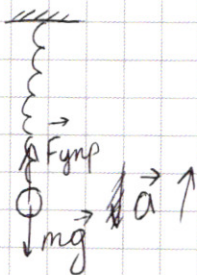
$$F_{\text{упр1}} = k = 2.5$$

$$F_{\text{упр2}}$$

$$|a_1| = |a_2| = a$$

$$1) |a| - ?$$

$$2) \frac{E_{k1}}{E_{k2}} - ?$$



$$3H: F_{\text{упр}} - mg = ma$$

$m$  - масса  
шарика

$$F_{\text{упр}} = 2.5mg$$

$$2.5mg - mg = ma$$

$a$  - ускорение

$$1.5g = a$$

$F_{\text{упр1}}$  - сила  
упругости

$$a = 1.5 \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 15 \text{ м/с}^2$$

$$F_{\text{упр1}} - F_{\text{упр2}} = 2ma_2$$

$$\begin{cases} F_{\text{упр1}} - mg = ma_1 \\ -F_{\text{упр2}} + mg = ma_2 \end{cases}$$

$$F_{\text{упр1}} = ma_1 + mg$$

$$F_{\text{упр2}} = mg - ma_2$$

☐ черновик ☒ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 4

(Нумеровать только чистовики)



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{F_{\text{упр1}}}{F_{\text{упр2}}} = 2,5$$

$$m(a_1 + g) = 2,5m(g - a_2)$$

$$a + g = 2,5g - 2,5a$$

$$3,5a = 1,5g$$

$$a = \frac{1,5 \cdot 10 \text{ м/с}^2}{3,5} = \boxed{\frac{30}{7} \text{ м/с}^2}$$

Ответ: а)  $\frac{30}{7} \text{ м/с}^2$

б) 36 Дж.

$$\frac{mv_2^2}{2} = \frac{kx_2^2}{2} \quad \frac{mv_1^2}{2} = \frac{kx_1^2}{2} = \frac{F_{\text{упр1}} \cdot x_1}{2}$$

$$\frac{E_{k1}}{E_{k2}} = \frac{mv_1^2}{mv_2^2} = \frac{kx_1^2}{kx_2^2} = \frac{F_{\text{упр1}} \cdot x_1}{F_{\text{упр2}} \cdot x_2}$$

$k$  - жесткость  
(коэффициент упругости)

$E_{k1}$  - кинетическая энергия

~~$F_{\text{упр1}}$~~

~ 3 б)  $W_c = \frac{CU_c^2}{2}$

по правилу Кирхгофа  
 $\mathcal{E} - U_c = Ir$

$$U_c = \mathcal{E} - Ir$$

$W_c$  - энергия конденсатора  
 $N$  - мощность

$$W_c' = N = UI$$

$$N' = U(I(\mathcal{E} - Ir))' = (\mathcal{E}I - I^2r)' = \mathcal{E} - 2Ir \quad \mathcal{E} = 2Ir$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{2r}$$

$$U_c = \mathcal{E} - \frac{\mathcal{E}r}{2r} = \frac{\mathcal{E}}{2}$$

$$W_c = \frac{CU_c^2}{2}$$

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

$$q = CU = \boxed{\frac{C \cdot \mathcal{E}}{2}}$$

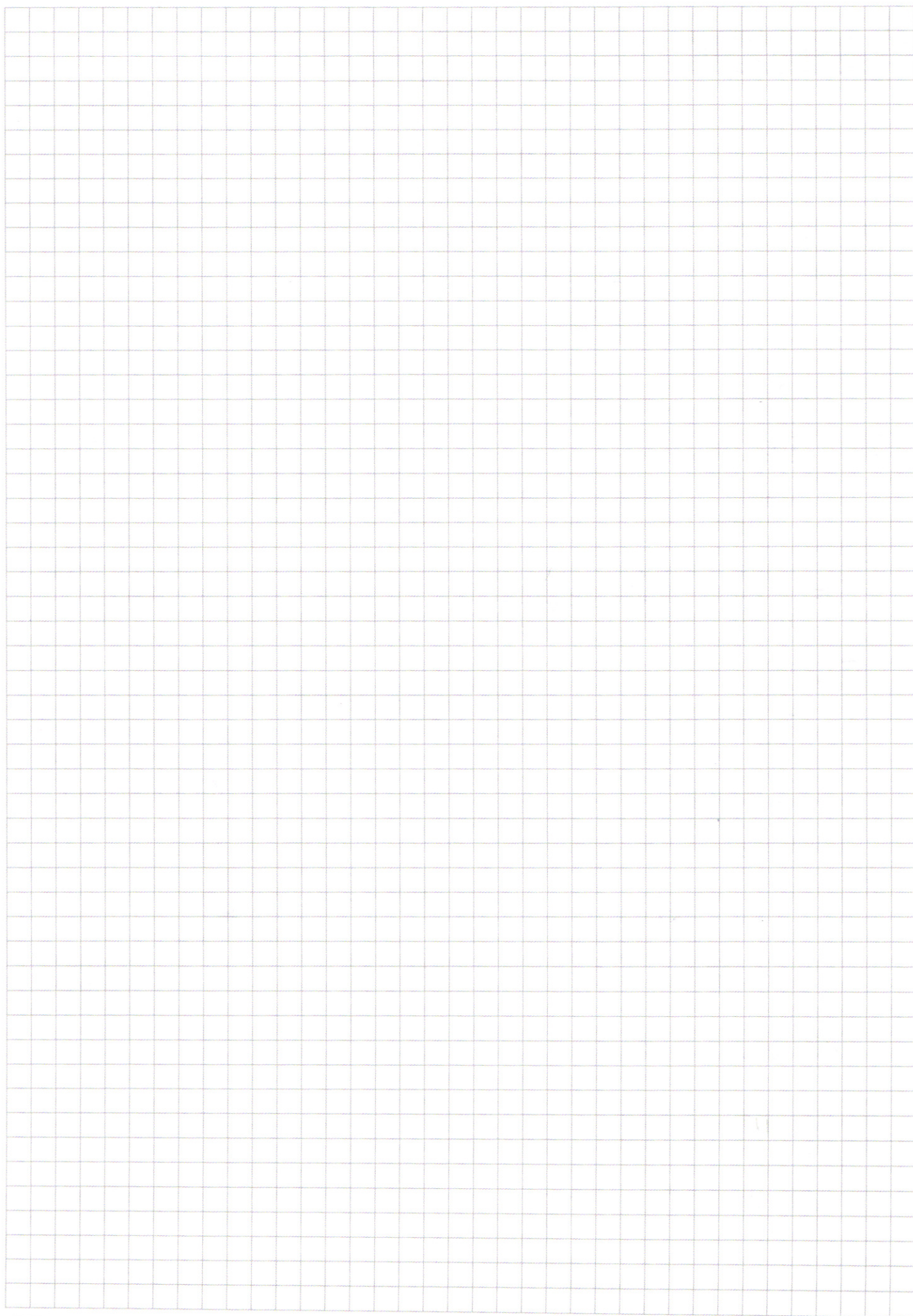
$I$  - сила тока

Ответ: б)  $q = \frac{C\mathcal{E}}{2}$

в)  $W' = N' = UI = \frac{\mathcal{E}}{2} \cdot \frac{\mathcal{E}}{2r} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r} = \frac{\mathcal{E}^2}{8R}$

Ответ: в)  $W' = \frac{\mathcal{E}^2}{8R}$





☐ черновик    ☐ чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №       
(Нумеровать только чистовики)



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

[illegible]



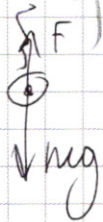
$$\frac{E_{k2}}{E_{k1}} = \frac{mv_2^2}{mv_1^2} = 2$$

$$F_{\text{упр1}} = kx_1$$

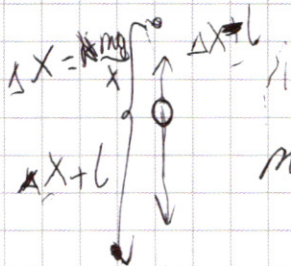
$$F_{\text{упр2}} = kx_2 = k$$

$$\frac{x_1^2}{x_2^2} = k^2$$

$$k^2 = \frac{25}{4}$$



$$mg \Delta x = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{kx^2}{2}$$



$$\frac{mv_1^2}{2} = mg \Delta x - \frac{kx_1^2}{2}$$

$$\frac{mv_2^2}{2} = mg \Delta x - \frac{kx_2^2}{2}$$

$$\frac{(\Delta x + l)^2 k - mg}{2} + \frac{mv_1^2}{2} = (\Delta x + l) mg$$

$$\frac{(\Delta x - l)^2 k + \frac{mv_2^2}{2}}{2} = (\Delta x - l) mg$$

$$\frac{2mg \Delta x - k \cdot 2.5^2 x_2^2}{2} = mg \Delta x - \frac{kx_1^2}{2}$$

$$E_k = 2mg \Delta x - k \cdot 2.5^2 x_2^2$$

$$\frac{kx^2}{2} = mgx$$

$$kx = mg$$

$$x = mg$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{kx^2}{2}$$

$$F_{\text{упр1}} = m \ddot{a} + mg$$

$$m \left( \frac{3}{7}g + g \right)$$

$$m \left( \frac{10}{7}g \right)$$

$$F_{\text{упр2}} = m(g - a)$$

$$\frac{F_{\text{упр1}}}{F_{\text{упр2}}} = \frac{\frac{10}{7}g}{\frac{4}{7}g} = \frac{10}{4} = \frac{5}{2}$$

$$g - \frac{3}{7}g = \frac{4}{7}g$$

$$mgh = mgx + \frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2}$$

$$W_c = \frac{94}{2}$$

$$W_c' = \max$$

$$W = \frac{cu^2}{2}$$

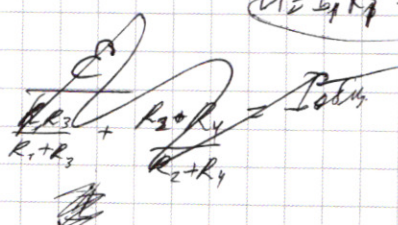
$$W_c' = \max$$

$$\frac{W_c}{t} =$$

$$E = U = IR$$

$$U_R = E - IR$$

$$U_R = IR$$



$$U = I_1 R_1 = I_3 R_3$$

$$U_R =$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\sim 2$

Дано:

$T_1$   $i=3$

$P \sim V$

$T_{23} = \text{const}$

$T_{41} = \text{const}$

$\frac{V_3}{V_{14}} = k = 1,9$

$P_1 = P_3$

1)  $T_{23} = ?$

2)  $\frac{V_2}{V_4} = ?$

3)  $C_{34} = ?$

$T_2 = T_3$

$Q_{34} = \Delta U_{34} + A_{34}$

$A_{34} = \left( \frac{P_3 V_3}{2} - \frac{P_4 V_4}{2} \right) = \frac{1}{2} (P_3 V_3 - P_4 V_4)$   $A_{34} < 0$

$\Delta U_{34} = \frac{3}{2} \nu R (T_4 - T_3) = \frac{3}{2} \nu R (P_4 V_4 - P_3 V_3)$   $T_4 < T_3$   $\Delta U < 0$

$Q_{34} = \frac{1}{2} (P_4 V_4 - P_3 V_3) + \frac{3}{2} (V_4 P_4 - V_3 P_3) = 2 (V_4 P_4 - V_3 P_3) =$

$2 \nu R (T_4 - T_3) = 2 \nu R (T_4 - T_3)$

$T_1 = T_4$

$\frac{P_3}{V_3} = C$   $P_3 = V_3 C$   $P_4 = V_4 C$

$\frac{P_3 V_3}{P_4 V_4} = \frac{T_3}{T_4}$

$\frac{V_3^2}{V_4^2} = \frac{T_3}{T_4} = \frac{T_3}{T_1}$

$T_3 = T_1 \left( \frac{V_3}{V_4} \right)^2 = T_1 k^2$

$T_3 = T_1 \cdot (1,9)^2 = 3,61 T_1$

$\frac{V_1}{V_3} = \frac{1}{k} = \frac{1}{1,9}$

$V_1 = 3k$

$\frac{V_1^2}{V_3^2} = \frac{T_1}{T_3}$

$\left( \frac{V_3}{V_4} \right)^2 = \frac{T_3}{T_4}$

$d = 2 \cdot \frac{8F}{5} - \frac{4}{5} F = \frac{16}{5} F - \frac{4}{5} F = \frac{12}{5} F$

$\sim 5.$

Дано:

$-F$

$h \cdot a = \frac{8F}{15}$

$a = \frac{4F}{5}$

$b = \frac{8F}{5}$

1)  $f = ?$

2)  $d = ?$

3)  $U = ?$

$d = b - a + b = 2b - a = d$

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

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

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



$$\frac{R_1 V_1 = RT_1}{R_3 V_3 = RT_3}$$

$$\frac{V_1}{V_3} = \frac{1}{k^2}$$

$$\frac{P_{12}}{V_{12}} = m$$

$$\frac{V_1^2 R}{V_2^2 R} = \frac{RT_1}{RT_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \frac{V_1^2}{V_2^2} = \frac{1}{k^2}$$

$$V_1 = \frac{V_3}{k^2}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{k}$$

$$\frac{V_3}{V_4} = k$$

$$V_1 = \frac{V_2}{k} = \frac{V_3}{k^2}$$

$$V_3 = k V_2$$

$$\frac{R V_2}{V_4} = k$$

$$\frac{V_2}{V_4} = 1$$

3)  $C_{34} = ?$

$$Q_{34} = \Delta U_{34} + A_{34} = 2 \cancel{R} (T_1 - T_3)$$

$$Q_{34} = C \cancel{V} (T_4 - T_3) = C \cancel{V} (T_1 - T_3) = 2 \cancel{R} (T_1 - T_3)$$

$$C = 2R = 2 \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} = 16,62 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$



~3

Дано:  
 $E, R, C$

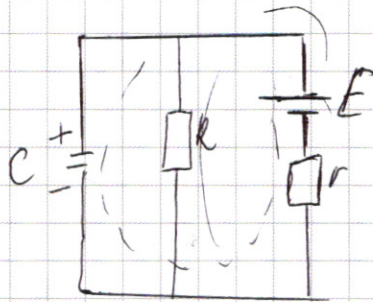
$$r = 2R$$

$$W'_c = \max$$

$$1) U_R$$

$$2) q = ?$$

$$3) W'_c = ?$$



$$E = I(R + r)$$

$$I = \frac{E}{R + r}$$

$$U_R = IR = \frac{ER}{R + r} \quad \text{или } 0$$

$$W_c = \frac{CU^2}{2} = 0$$

$$E - U_c = Ir$$

$$W_c = \frac{CU^2}{2}$$

$$W'_c = \frac{2CU}{2} = CU_c = \max$$

$$E - U_c = Ir$$

$$W = \frac{CU^2}{2}$$

~4

Дано:

$$E = 12 \text{ В}$$

$$R_1 = 50 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 10 \text{ Ом}$$

$$R_4 = 220 \text{ Ом}$$

$$W'_c = \max$$

$$\frac{1}{1 + \frac{R_1}{R_2}} = \frac{1}{1 + \frac{50}{10}} = \frac{1}{6}$$

$$\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1$$

$$\frac{528}{49}$$

$$\frac{1}{1 + \frac{R_1}{R_2}} = \frac{1}{1 + \frac{50}{10}} = \frac{1}{6}$$

$$\frac{1}{1 + \frac{R_1}{R_2}} = \frac{1}{1 + \frac{50}{10}} = \frac{1}{6}$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~1

$F_{\text{упр}} = mg$   
 $k \Delta x = mg$   
 $\Delta x = \frac{mg}{k}$

$\varepsilon^2 - 2\varepsilon \cdot \frac{3\varepsilon \cdot R}{k^2} + \frac{9\varepsilon^2}{k^2} = \frac{r^2}{R}$

$q = CU$   
 $W_c = \frac{CU^2}{2}$   
 $W = Nt$   
 $N = \frac{UI}{C} \text{ max}$

$\varepsilon - U_c = IR$   
 $N = U_R I_c$   
 $\varepsilon - U_R I_c = Ir$   
 $U_R I_c = \varepsilon$

$U_R = \varepsilon$   
 $U_c = Ir - \varepsilon$   
 $U_c I_c = \varepsilon$

$W = C(Ir - \varepsilon)^2 = \frac{C(Ir^2 - 2Ir\varepsilon + \varepsilon^2)}{2}$   
 $W' = \frac{C}{2} (2Ir - 2\varepsilon) = 0$   
 $2Ir = 2\varepsilon$   
 $I = \frac{2\varepsilon}{r}$

$U_c = IR$   
 $U_c = \frac{2\varepsilon}{2R} \cdot R = \varepsilon$

$U_c = \varepsilon - Ir$   
 $U_c = \varepsilon - \frac{2\varepsilon}{r} \cdot r = -\varepsilon$

$q = \frac{I}{\varepsilon}$   
 $N = Uq \cdot t$

$W = \frac{CE^2}{2} = \frac{89 \mu\text{J}}{2}$   
 $q = CE$



$$d = 2b - a = \frac{18F}{5} - \frac{4F}{5} = \frac{12F}{5}$$

$$f = \frac{Fd}{d-f} = \frac{F \cdot \frac{12F}{5}}{\frac{12F}{5} - F} = \frac{12F}{5} \cdot \frac{12}{17}$$

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

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

$$f = \frac{Fd}{F+d} = \frac{F \cdot \frac{12F}{5}}{5(F + \frac{12F}{5})} =$$

$$\frac{12F}{5} \cdot \frac{12}{17} = \frac{12F}{17}$$

~~W~~  $W' = \max$

$$\sim 4 \quad 1) \quad I = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{ос}}}$$

~~$R_1 + R_2$~~   $R_1 + R_2$  по правилу Кирхгофа

$$\mathcal{E} = IR_1 + IR_2$$

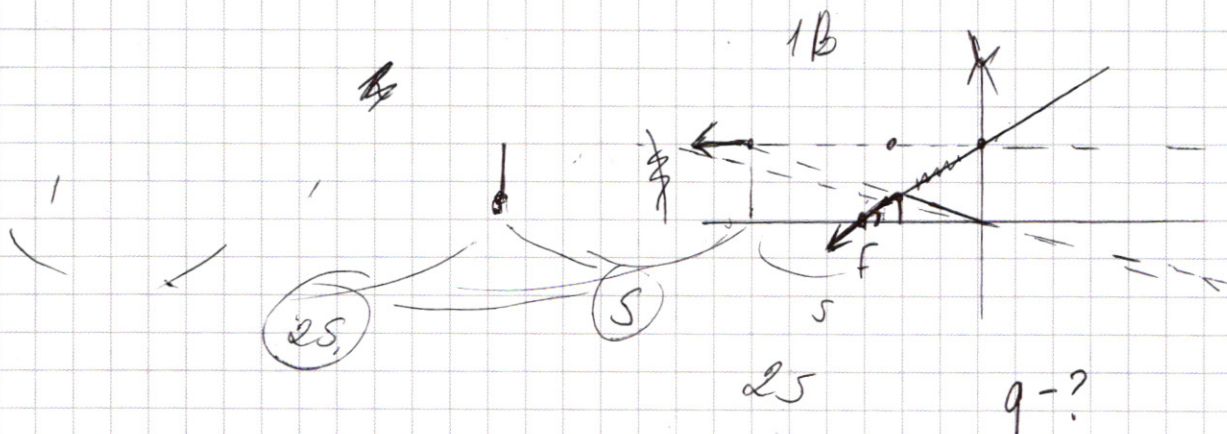
$$\mathcal{E} = I(R_1 + R_2)$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2} = \frac{12B}{60\Omega} = 2A$$



2)  $R_3 = ?$

U



$$R_1 I_1 - U - R_3 I_3 = 0$$

$$R_1 I_1 + R_3 I_3 = U$$

$$R_2 I_2 + R_4 I_4 = U \quad U_1 = U_3$$

$$U_1 = I_1 R_1 \quad U_3 = I_3 R_3$$

$$I_1 R_1 = I_3 R_3$$

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

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

$$\mathcal{E} = I_3 R_3 + I_4 R_4$$

$$\mathcal{E} = I R$$

$$P_B = UI$$

$$I_3 - I_4 = I$$

$$I_4(I - I_3)$$

$$I = I_1 + I_3$$

$$\frac{\mathcal{E}}{R_{\text{ос}}} = I$$