

Олимпиада «Физтех» по физике, с

Класс 11

Вариант 11-07

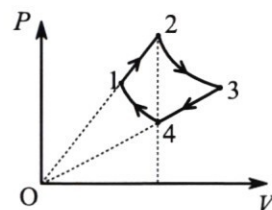
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

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.

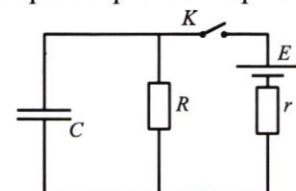
2. Идеальный одноатомный газ из состояния 1 с температурой T_1 расширяется в процессе 1-2 прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V . В процессе 1-2 объем газа увеличивается в $k = 1,8$ раза. Затем газ расширяется в изотермическом процессе 2-3, сжимается в процессе 3-4 прямо пропорциональной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



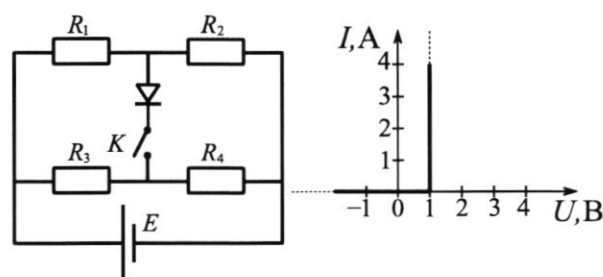
3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, конденсатор не заряжен. Величины E, R, C известны, $r = 3R$. Ключ K на некоторое время замыкают, а затем размыкают, когда скорость роста энергии конденсатора максимальна.

- 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?



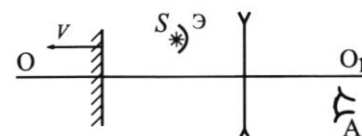
4. В цепи используется мостовая схема (см. рис.). ЭДС идеального источника $E = 8$ В, $R_2 = 3$ Ом, $R_3 = 6$ Ом, $R_4 = 2$ Ом. Вольтамперная характеристика диода показана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В.

- 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?

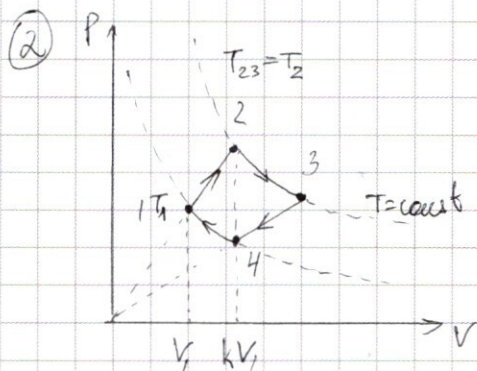


5. Оптическая система состоит из тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием $-F$ ($F > 0$), плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической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



Равно: $V_2 = V_4 = kV_1$; $\varphi_1 = \varphi$
 $k = 1,8$; T_1

2-3, 1-4 - узорен
12, 3-4 - $P=2V$

Найти: T_{23} ; $\frac{P_1}{P_3}$; c_{12}

1) Запишем уравнения состояния: $P_1 V_1 = \bar{\nu} R T_1$ $P_3 V_3 = \bar{\nu} R T_2$
 $P_2 V_2 = \bar{\nu} R T_2$ $P_4 V_4 = \bar{\nu} R T_1$; $V_2 = V_4 = k V_1$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{kV_1}{V_1}; P_2 = kP_1; V_2 = kV_1 \Rightarrow \frac{P_1 \cdot k}{kV_1 \cdot kP_1} = \frac{2RT_1}{2RT_2} \Rightarrow T_2 = k^2 T_1 = 3,24 T_1$$

$$2) \frac{P_3}{P_4} = \frac{V_3}{V_4} = \frac{V_3}{kV_1} ; P_1 V_1 = P_4 V_4 \Rightarrow P_1 V_1 = P_4 \cdot kV_1 ; P_1 = kP_4 \cdot \frac{1}{k} \Rightarrow \frac{P_3}{P_4} = k ; V_3 = kV_1 ; P_3 = kP_4$$

$$\frac{P_2}{P_4} = \frac{T_2}{T_1} = k^2 ; \frac{P_3}{P_4} = \frac{P_3}{P_1} \cdot k ; \frac{P_3}{P_1} \cdot k = \frac{V_3}{kV_1} ; \frac{P_1}{P_3} = \frac{V_3}{k^2 V_1}$$

$$P_2 kV_1 = P_3 V_3 ; P_3 V_3 = P_2 V_2 \Rightarrow P_3 V_3 = kP_1 \cdot kV_1 ; \frac{P_1 V_1}{P_3 V_3} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{k^2} ; \frac{P_1}{P_3} = \frac{V_3}{k^2 V_1}$$

$$\Rightarrow \frac{P_2}{P_3} = \frac{kV_1}{kV_1} = \frac{P_2}{kP_4} \Rightarrow \frac{P_2}{P_4} = k^2 ; \frac{P_3}{P_4} = \frac{V_3}{kV_1} ; \frac{P_3}{P_4} \cdot \frac{V_3}{kV_1} = \frac{T_2}{T_1} = k^2 ; \frac{V_3}{kV_1} = k \Rightarrow P_1 = P_3$$

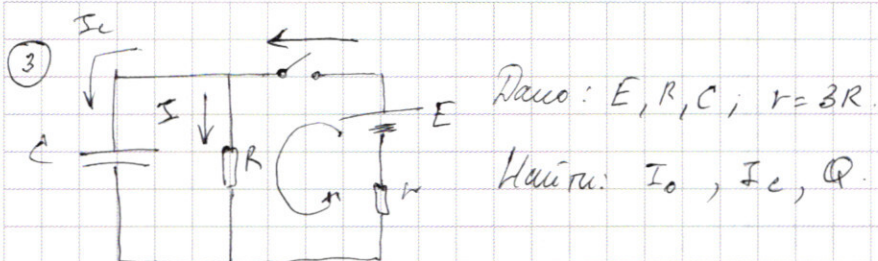
$$3) Q_{12} = \frac{3}{2} R(T_2 - T_1) + \frac{P_1 + P_2}{2} \cdot V(k-1).$$

$$P_1 = \frac{\partial R T_1}{\partial V_1}; \quad P_2 = \frac{\partial R T_2}{\partial V_1} \Rightarrow Q_{12} = \frac{3}{2} \partial R (T_2 - T_1) + \frac{\frac{\partial R T_1}{\partial V_1} + \frac{\partial R T_2}{\partial V_1}}{2} \cdot V_1 (k-1) =$$

$$= \frac{3}{2} \partial R (T_2 - T_1) + \frac{\partial R (k T_1 + T_2)}{2k} \cdot (k-1)$$

$$C_{12} = \frac{Q_{12}}{T_2 - T_1} = \frac{3}{2}R + \frac{R \cdot (kT_1 + T_2) \cdot (k-1)}{2k \cdot (T_2 - T_1)} = \frac{3}{2}R + \frac{(kT_1 + k^2T_1)(k-1)}{2k \cdot (k^2T_1 - T_1)}R = \frac{3}{2}R + \frac{kT_1(1+k) \cdot (k-1)}{2kT_1(k^2-1)}R = 2R$$

Ansatz: $T_2 = 3,24 T_1$; $\frac{P_1}{P_3} = 1$; $c_{1,2} = 2R$.



1) По закону Кирхгофа

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

2) Скорость роста заряда - мощность (N). $N = U \cdot I_c$

$$N = \frac{CU^2}{2\Delta t}, \text{ где } U - \text{мгновенное напряжение на конденсаторе.}$$

Тогда при максимальном $U = U_{\max} = E \Rightarrow$ режим установившегося,

$$I_c = 0.$$

По закону Кирхгофа

$$\frac{CE^2}{2} + \Delta Q = Q.$$

$$U = IR$$

$$E = IR + (I_c + I)r$$

$\Downarrow$

$$E = IR + I_c \cdot 3R + I \cdot 3R;$$

$$E = 4IR + I_c \cdot 3R; \quad I_c = \frac{E - 4IR}{3R}$$

$$N = \frac{U \cdot E}{3R} - \frac{4I \cdot U}{3}; \quad I = \frac{U}{R}$$

$$N = \frac{U \cdot E}{3R} - \frac{4U^2}{3R}; \quad N' = 0; \quad N' = \frac{E}{3R} - \frac{4 \cdot 2U}{3R} \Rightarrow \frac{8U}{3R} = \frac{E}{3R}; \quad U = \frac{E}{8}$$

$$\Rightarrow I_c = \frac{E}{6R}$$

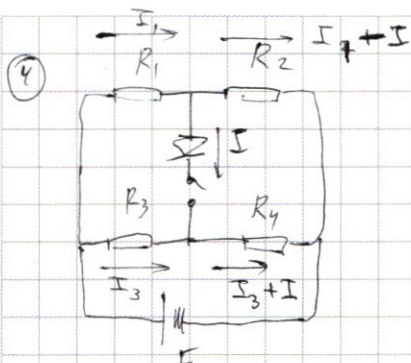
3) Все заряды конденсатора со временем уйдут в тепло.

Тогда по ЗСТ:

$$\frac{CU^2}{2} = Q = \frac{C \cdot E^2}{128}$$

$$\text{Ответ: } I_0 = \frac{E}{3R}; \quad I_c = \frac{E}{6R}; \quad Q = \frac{CE^2}{128}.$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Дано: $E = 8 \text{ В}$; $R_2 = 3 \text{ Ом}$; $R_3 = 6 \text{ Ом}$; $R_4 = 20 \text{ Ом}$. $U_0 = 1 \text{ В}$.

Найти: I_{R_3} , R_1

1) По 2-му из-ку Кирхгофа найдем

$$E = (R_3 + R_4) \cdot I_{R_3} \Rightarrow I_{R_3} = \frac{E}{R_3 + R_4} = \frac{8}{80} = 0.1 \text{ А}$$

2) Ток через R_2 не известен, если $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$, $\Rightarrow R_1 = \frac{R_2}{R_4} R_3 = \frac{3}{20} \cdot 60 = 9 \text{ Ом}$,
а также при напряжениях на R_3 и R_4 равных U_0 , а также при
токах, протекающих через R_3 и R_4 равных I $\Rightarrow$

$$\Rightarrow 0 < R_1 \leq R_3 + R_4 - R_2; 0 < R_1 \leq 5 \text{ Ом}$$

3) $P_2 = U \cdot I$. Введем ток (см. рис). Тогда

$$I_1 R_1 + U = I_3 R_3$$

$$U + R_4(I_3 + I) = R_2(I_1 - I)$$

$$E = R_3 I_3 + R_4(I_3 + I)$$

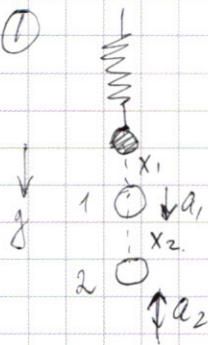
$$E = R_1 I_1 + R_2(I_1 - I)$$

$$\Rightarrow \frac{P_2(2R_4 + R_1)}{I_3 R_3 - U} = \frac{I_3 R_3}{I_1 R_1}; I_1 = \frac{I_3 R_3 - U}{R_1}$$

$$\Rightarrow P_2(2R_4 + R_1) = I_3 R_3$$

Ответ: $I_{R_3} = 0.1 \text{ А}$; $0 < R_1 \leq 5 \text{ Ом}$;

①



Дано: $a_1 = a_2 = a$; $F_1, F_2 = 3$

Найти: a , k_1/k_2 , $\frac{mv^2}{2}$, $\frac{kx^2}{2}$, $\frac{mv^2}{2}$

1) Запишем II закон Ньютона для тел 1 и 2:

$$\begin{cases} ma_1 = mg - kx_1 \\ -ma_2 = mg - 3kx_1 \end{cases} \Rightarrow 2ma = 2mg - 4kx$$

$$\Rightarrow kx_1 = m(g-a); -ma = mg - 3mg + 3ma$$

$$2mg = 2ma \Rightarrow a = g/2$$

2) Запишем ЗСЭ:

$$mgx_1 = \frac{kx_1^2}{2} + K_1$$

$$mgx_2 = \frac{kx_2^2}{2} + K_2$$

$$3kx_1 = kx_2; x_2 = 3x_1; \text{ из п. 1) } \Rightarrow kx_1 = m(g-a) = \frac{mg}{2}$$

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{mgx_1 - \frac{kx_1^2}{2}}{mgx_2 - \frac{kx_2^2}{2}} = \frac{mgx_1 - \frac{mg}{4}x_1}{3mgx_1 - \frac{9mg}{4}x_1} = \frac{3/4}{3/4} = 1$$

3) Максимальная кинетическая энергия и максимальное мех. энергия наблюдаются в амплитудном положении. Пусть x - макс. удлинение пружины:

$$\begin{cases} mg = kx \Rightarrow \frac{m}{k} = \frac{x}{g} \end{cases}$$

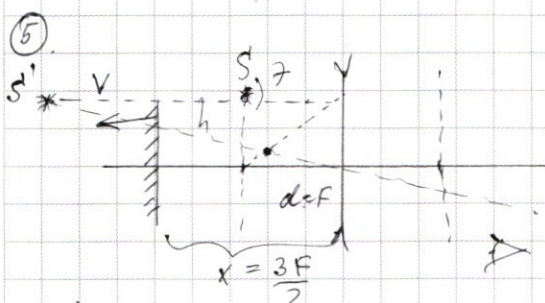
$$\begin{cases} mgx = \frac{kx^2}{2} + \frac{mv^2}{2}; mgx = \frac{mgx}{2} + \frac{mv^2}{2} \Rightarrow \frac{mgx}{2} = \frac{mv^2}{2}; v^2 = gx \end{cases}$$

$$\frac{mv^2}{kx^2} = \frac{x}{g} \cdot \frac{v^2}{x^2} = \frac{v^2}{gx} = 1; \frac{2x}{kx^2} = \frac{x/2}{mv^2} = \frac{2x}{mgx} = \frac{2}{mg}$$

$$\frac{kx^2}{mv^2} = \frac{g}{x} \cdot \frac{x^2}{v^2} = \frac{gx}{gx} = 1.$$

$$\text{Ответ: } a = g/2; k_1 = k_2; \frac{kx^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Дано: F , $d = F$, $h = \frac{3F}{4}$, $x = \frac{3F}{2}$.

Найти: f , $\angle$, u

1) S' - первый фокус. $d = \frac{3F}{2} + (\frac{3F}{2} - F) = 2F$

По формуле тонкой линзы $-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$; $\Rightarrow f = -\frac{2}{3}F$.

2) Увеличение будет отрицательным в том случае, когда

прямой, след. S'' и оптический центр. $S'S$ и перпендикуляр оп. ос. с оп. осью.

Тогда из подобия $\tan \angle = \frac{h}{d} = \frac{3F}{2F} = \frac{3}{2}$.

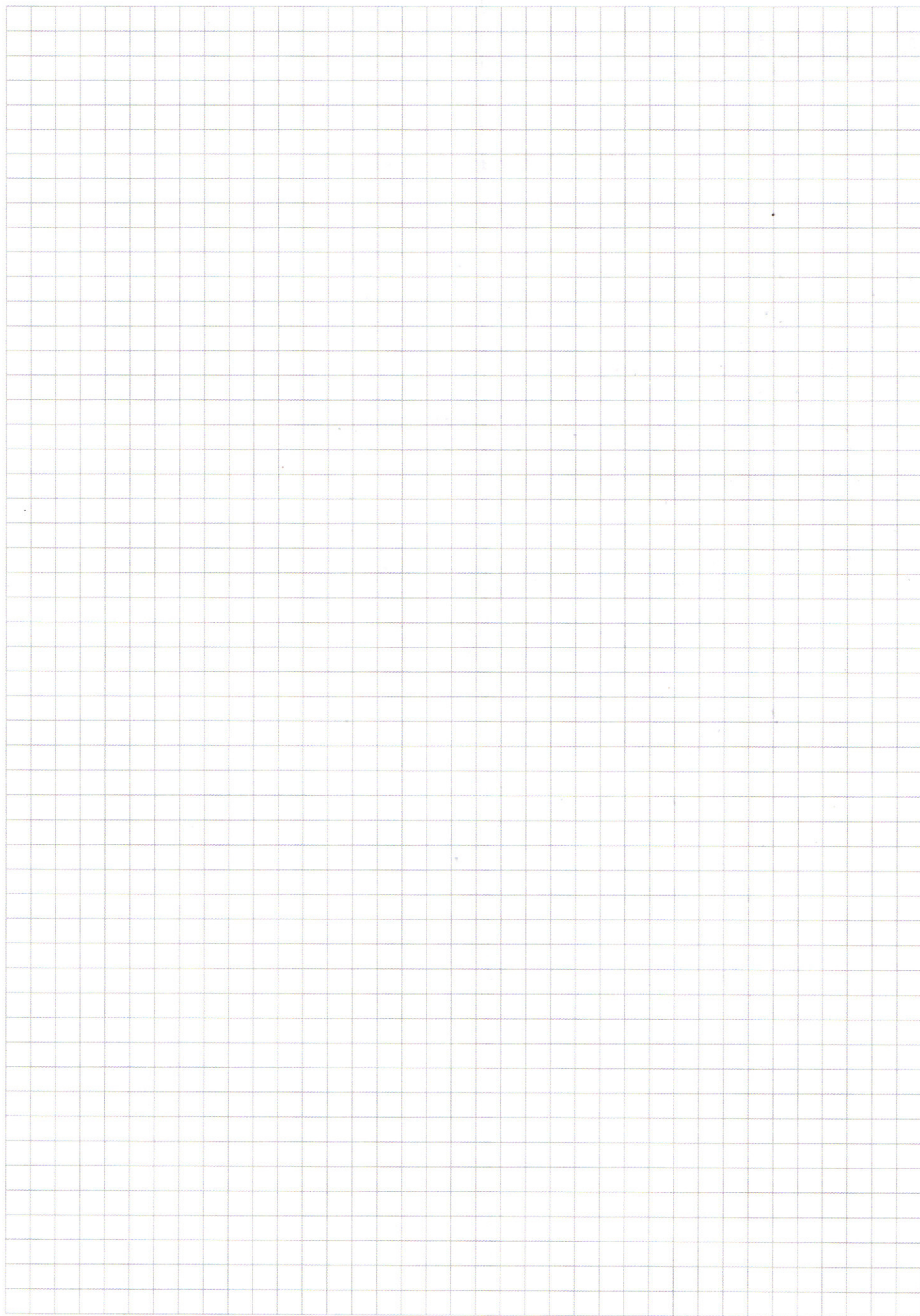
3) Напряжения на x определено.

$\Gamma^2 = \frac{u_x^2}{2V}$; $\Gamma = \frac{f'}{d'} = \frac{2F}{2F} \cdot 3 = 3$. $\Rightarrow u_x = 18V$

$\frac{u_x}{u_y} = \frac{1}{\tan \angle}$; $u_y = 18V \cdot \frac{2}{3} = \frac{27}{2}V$

$u = \sqrt{u_x^2 + u_y^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 18^2 + 27^2}{4}} = \frac{9}{2} \sqrt{2^2 + 3^2} = \frac{45}{2}V$.

Ответ: $f = -\frac{2}{3}F$; $\tan \angle = \frac{3}{2}$; $u = 22,5V$.



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{h V_1}{V_1}; P_2 = h V_1$$

$$hV_1 \cdot kV_1 = 2RT_2$$

$$\frac{P_3}{P_1} = \frac{2kV_1}{kV_1}$$

$$P_4 = \frac{P_3}{\sqrt{k}}$$

$$\begin{array}{r} 128 \\ \times 18 \\ \hline 1024 \\ 2560 \\ \hline 2304 \end{array}$$

$$d = \frac{P_3}{P_4} = \frac{V_3}{k V_1}$$

$$\frac{P_3}{P_4} = d$$

$$\frac{P_1}{P_4} = k$$

$$\frac{P_3}{P_4} = \alpha = \sqrt{k}$$

$$P_1 V_1 = P_4 V_4$$

$$P_1 V_1 = P_2 \cdot k V_1$$

$$\frac{Cu^2}{2\Delta t} - \max$$

$$P, Q_1 = P_4 \text{ kV}_x.$$

$$\frac{dU}{dt} - \max$$

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

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$P_3 V_3 = T_2$$

$$P_3 V_3 = P_2 V_2$$

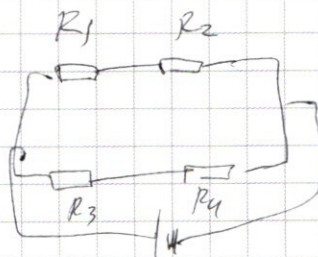
~~$P_2 V_2$~~

$$P_3 V_3 = P_2 \cdot k V_1$$

$$\frac{P_1 V_1}{P_3 V_3} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{P_3 \cancel{2} \cancel{K}}{P_4 \cancel{K}} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \sqrt{R} (r_2 - r_1) + \frac{r_1 + r_2}{2} \cdot v_1 (k-1).$$



$$Q_{34} = \frac{3}{2} R (T_1 - T_2) + \frac{P_3 + P_4}{2} \cdot V_1 (k-1)$$

$$\frac{dP_3}{P_4} = \frac{P_2}{P_1} = k.$$

$$d^2 = k.$$

$$p_i V_i = \partial R T_i.$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$\frac{\left(\frac{\partial R T_1}{\partial x_1} + \frac{\partial R T_2}{\partial x_1} \right) \cdot x_1 (h-1)}{2} \quad \frac{\partial \rho(T, P)}{\partial x_1}$$

$$R_3 + R_4 \leq R_1 + R_2.$$

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

$$\frac{P_3}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} = k^3$$

$$\frac{P_1}{P_3} = \frac{V_2}{h V_4} = \frac{\lambda}{h}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \frac{T_2}{T_1} = k^2$$

$$\frac{P_{3 \text{ dX}}}{P_{4 \text{ X}}} = \frac{T_2}{T_1} \cdot k^2$$

$$\frac{-f}{1} = \frac{2f\gamma}{f - f\gamma}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{2V_1}{2 \cdot kV_1}$$

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T}$$

$$\frac{f}{f} + \frac{zf}{1} = \frac{f}{1} -$$



$$\begin{cases} P_1 V_1 = \nu R T_1 \\ P_2 k V_1 = \nu R T_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_3 V_3 = \nu R T_2 \\ P_4 k V_1 = \nu R T_1 \end{cases}$$

$$P_1 V_1 = P_4 k V_1$$

$$P_2 k V_1 = P_3 V_3$$

$$\frac{P_1}{P_2 k} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{k^2}$$

$$\frac{V_3}{k V_1} = \lambda$$

$$V_3 = \lambda k V_1$$

$$P_3 = \lambda P_4$$

$$\lambda = 1$$

$$\frac{P_3}{P_4} = k^2$$

$$\frac{V_3}{V_1} = \lambda$$

$$V_3 = \lambda V_1$$

$$\frac{V_3}{k V_1} = \lambda$$

$$\frac{P_2 k V_1}{P_4 k V_1} = \frac{T_2}{T_1} = k^2$$

$$\frac{P_2}{P_4} = k^2$$

$$\frac{P_2}{2 P_4} = k^2$$

$$\frac{P_2}{P_4} = k^2$$

$$\frac{P_2}{2 P_4} = k^2$$

$$\begin{cases} P_1 V_1 = \nu R T_1 \\ P_2 k V_1 = \nu R T_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_3 V_3 = \nu R T_2 \\ P_4 k V_1 = \nu R T_1 \end{cases}$$

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

$$\frac{P_3}{P_4} = \frac{\lambda \cdot k V_1}{k V_1} = \lambda$$

$$\frac{P_3}{P_4} \cdot \frac{V_3}{V_1} = \lambda$$

$$\frac{dV}{dt} = 0$$

$$\frac{dV}{dt} = \frac{d(kV^2 - U_0)}{2 \delta t}$$

$$\frac{dV}{dt} = \frac{d(kV^2 - U_0)}{2 \delta t}$$

$$k_2 = \frac{m k_1}{2}$$

$$k_1 = \frac{m k_1}{2}$$

$$P_3 V_3 = P_2 k V_1$$

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

$$P_1 V_1 = P_4 k V_1$$

$$\frac{P_1}{P_4} = k$$

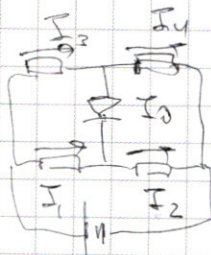
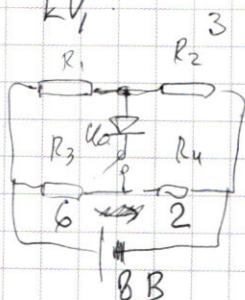
$$\frac{P_2}{P_4} = k^2; \quad P_4 = \frac{P_1}{k}$$

$$\frac{P_2}{P_1} \lambda = k^2$$

$$\frac{P_1}{P_2 k} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{k^2}$$

$$\frac{P_1}{P_2} \cdot \frac{V_1}{k V_1} = \frac{1}{k}$$

$$\frac{P_3}{P_4} = \frac{V_3}{k V_1}$$



$$\frac{P_3}{P_4} \left(\frac{V_3}{k V_1} \right)^2 = \frac{T_2}{T_1} = k^2$$

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

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

$$\mathcal{E} = I_1 R_3 + I_2 R_4$$

$$\mathcal{E} = R_1 I_3 + R_2 I_4$$

$$R_1 I_3 + U = I_1 R_3$$

$$R_2 I_4 + U + I_2 R_4$$

$$U = I_1 R_3 - R_1 I_3$$

$$U = I_2 R_4 - R_2 I_4$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

$$\mathcal{E} = IR + I_c \cdot 3R + I \cdot 3R$$

$$I_c = \frac{\mathcal{E} - 4IR}{3R} = \frac{\mathcal{E} - 4\mathcal{E}}{3R}; \quad I_c = \frac{\mathcal{E} - 4 \cdot \frac{\mathcal{E}}{8}}{3R} = \frac{\mathcal{E}}{6R}$$

$$N = \frac{\mathcal{E}\mathcal{E}}{3R} - \frac{4\mathcal{E}^2}{3R} = \frac{\mathcal{E}^2}{3R} = \frac{8\mathcal{E}}{8R}$$

$$9 \cdot 2^4 + 9 \cdot 3^2$$

$$\begin{aligned} I_1 R_1 + \frac{P_0}{I} &= I_3 R_3 \\ \frac{P_0}{I} + R_4 I_3 + R_4 I &= R_2 I_1 - R_2 I \\ \mathcal{E} &= R_3 I_3 + R_4 I_3 + R_4 I \end{aligned}$$

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

$$\frac{P_0}{I} + R_4 I_3 + R_4 I + \mathcal{E} = R_2 I_1 - R_2 I + R_3 I_3 + R_4 I_3 + R_4 I$$

$$\mathcal{E} + \frac{P_0}{I} + \frac{P_0}{I} = I_3 R_3 + R_4 I_1 + R_2 I_1 - R_2 I$$

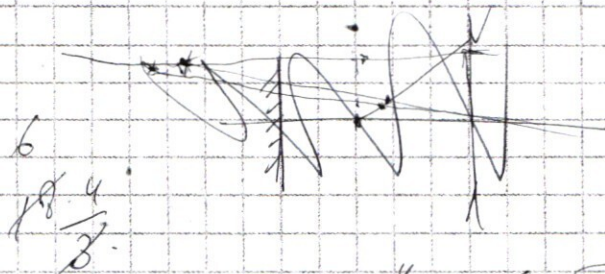
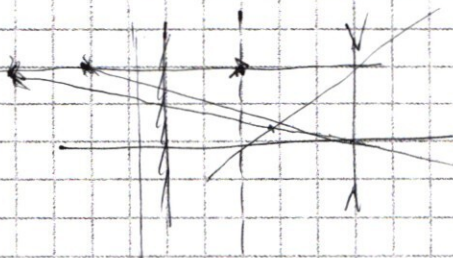
$$\mathcal{E} + \frac{P_0}{I} = I_3 R_3 + R_2 I_1 - R_2 I$$

$$\frac{P_0}{I} + \mathcal{E} + R$$

$$\frac{P_0}{I} + \mathcal{E} = R_3 I_3 + R_2 I_1 - R_2 I$$

$$R_3 I_3 + R_4 I_3 + R_4 I + \frac{P_0}{I} = I_3 R_3 + R_2 I_1 - R_2 I$$

$$R_4 (I + I_3) + \frac{P_0}{I} = R_2 (I_1 - I)$$



$$18^2 + \frac{27^2}{4}$$

$$\sqrt{4 \cdot 18^2 + 27^2} = \sqrt{36^2 + 27^2} = \frac{6 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 6 + 3 \cdot 9 \cdot 3 \cdot 9}{2}$$

$$3^4 \cdot 2^4 + 3^2 \cdot 3^4 = \frac{9}{2} \sqrt{2^4 + 3^2} = \sqrt{9 + 16}$$

$$\begin{cases} IR_1 - R_4(I_3 + I) = I_3 R_3 - R_2(I_1 - I) \\ R_3 I_3 + R_4(I_3 + I) = R_1 I_1 + R_2(I_1 - I) \end{cases}$$

$$\cancel{I_1 R_1 + R_3 I_3} = \cancel{I_3 R_3 - R_2(I_1 - I)} + I_4 R_1$$

$$IR_1 - R_4 I_3 + R_4 I = I_3 R_3 - R_2 I_1 + R_2 I$$

$$I(R_1 + R_4 - R_2) = I_3 R_3 - R_2 I_1 + R_4 I_3$$

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

$$I(R_4 + R_2) = R_1 I_1 + R_2 I_1 - R_4 I_3 - R_3 I_3$$

$$I(2R_4 + R_1) = R_1 I_1$$

$$I = \frac{R_1 I_1}{2R_4 + R_1}$$

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

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

$$I = \frac{I_3 R_3 - U}{2R_4 + R_1}$$

$$\frac{R_1(2R_4 + R_1)}{I_3 R_3 - U} = \frac{I_3 R_3}{I_1 R_1}$$

$$\frac{R_1}{U} = \frac{I_3 R_3 - U}{2R_4 + R_1}$$

$$E = R_1 I_1 + R_2 I_1 - R_2 I$$

$$E = R_1 I_3 R_3 - U + \frac{R_2}{R_1} (I_3 R_3 - U) - \frac{R_2 (I_3 R_3 - U)}{2R_4 + R_1}$$

$$R_2 (I_3 R_3 - U) \left(\frac{2R_4 + R_1 - R_1}{(2R_4 + R_1) \cdot R_1} \right)$$

$$E = \frac{I_3 R_3}{(I_3 R_3 - I_3 R_3 + I_1 R_1)} \left(1 + \frac{R_2 \cdot 2R_4}{(2R_4 + R_1) R_1} \right)$$

$$E = I_1 R_1 \left(\frac{2R_4 R_1 + R_1^2 + 2R_2 R_4}{R_1 (2R_4 + R_1)} \right)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$mgx_1 = \frac{kx_1^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2}$$

$$mgx_2 = \frac{kx_2^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}$$

$$x_2 = 3x_1$$

$$mg(x_2 - x_1) = \frac{k(x_2^2 - x_1^2)}{2} + \frac{m(v_2^2 - v_1^2)}{2}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{mgx_1 - \frac{kx_1^2}{2}}{\frac{mgx_2 - \frac{kx_2^2}{2}}{3mgx_1 - \frac{k \cdot 9x_1^2}{2}}}$$

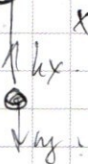
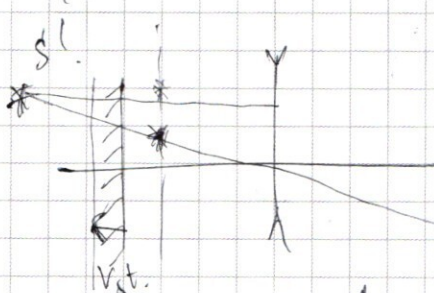
$$mgx_1 = \frac{mg}{4}x_1$$

$$3mgx_1 = \frac{mg}{4} \cdot 9x_1^2$$

$$\frac{kx_2^2}{2} = \frac{9kx_1^2}{2}$$

$$= \frac{9 \cdot mgx_1}{4}$$

$$\frac{12-9}{4} = \frac{3}{4}$$



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

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

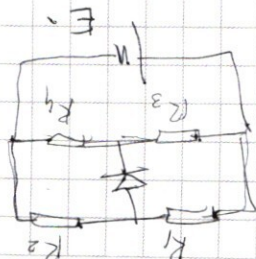
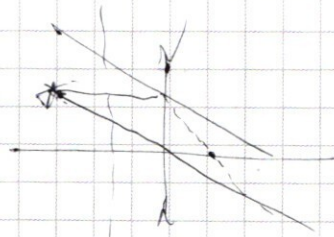
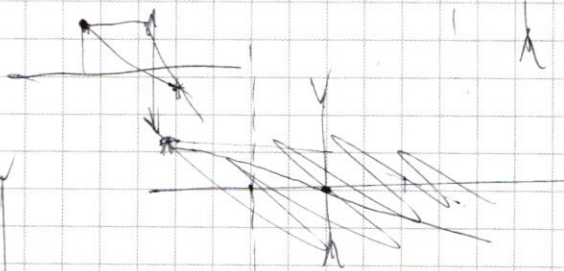
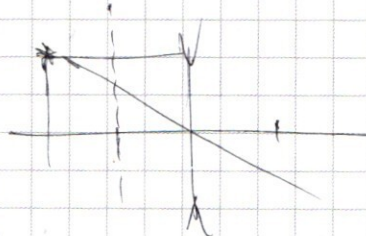
$$\frac{mgx}{2} = \frac{mv^2}{2}$$

$$mg = kx$$

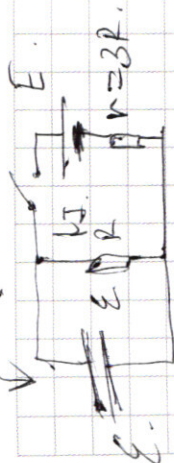
$$\frac{m}{k} = \frac{x}{g}$$

$$gx = v^2$$

$$\frac{mv^2}{kx^2} = \frac{x}{g} \frac{v^2}{x^2} = \frac{v^2}{v^2}$$



30



$$U = IR$$

$$N = I^2 R$$

$$E =$$

$$I^2 R - \text{max.}$$

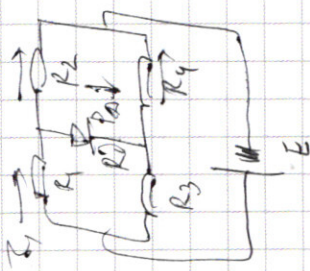
$$\frac{dI}{dt}$$

$$IR = IR + I_c \cdot 3R + I \cdot 3R = 4IR + I_c \cdot 3R$$

$$0 + \frac{1}{2} E I$$

$$qE \cdot \frac{1}{2} E = \frac{1}{2} E^2$$

$$N_{\text{max}} = \frac{1}{2} E^2$$



$$I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3 + I_4 R_4 = E$$

$$I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3 + I_4 R_4 = E$$

$$I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3 + I_4 R_4 = E$$

$$I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3 + I_4 R_4 = E$$

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

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

$$E = 4IR + I_c \cdot 3R$$

$$\frac{4I^2}{2}$$

$$I_c = \frac{E - 4IR}{3R}$$

$$R_1 I_1 + R_2 I_2 + R_3 I_3 + R_4 I_4 = E$$

$$I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3 + I_4 R_4 = E$$

$$I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3 + I_4 R_4 = E$$

$$I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3 + I_4 R_4 = E$$