

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложенного задания не проверяются.

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 раза, а модули ускорений равны.

1) Найти модуль ускорения в эти моменты.

2) Найти отношение кинетических энергий шарика в эти моменты.

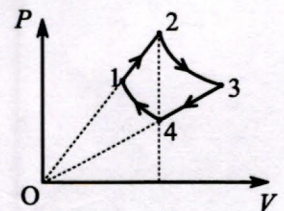
3) Найти отношение максимальной энергии деформации пружины к максимальной кинетической энергии шарика.

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 давление увеличивается в $k = 2$ 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.

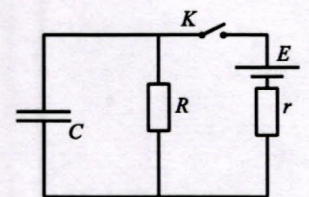


3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, конденсатор не заряжен. Величины E, R, C известны, $r = R$. Ключ K на некоторое время замыкают, а затем размыкают, когда скорость роста энергии конденсатора максимальна.

1) Найти ток, текущий через конденсатор, сразу после замыкания ключа.

2) Найти ток, текущий через конденсатор, сразу после размыкания ключа.

3) Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?

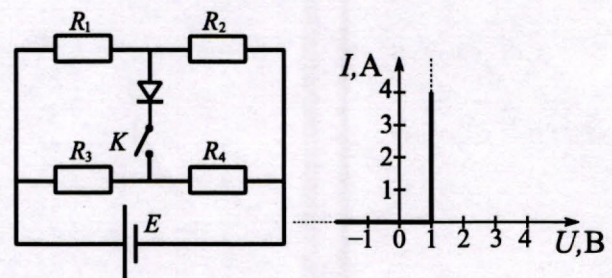


4. В цепи используется мостовая схема (см. рис.). ЭДС идеального источника $E = 10$ В, $R_2 = 12$ Ом, $R_3 = 8$ Ом, $R_4 = 2$ Ом. Вольтамперная характеристика диода показана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В.

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 $P_D = 1,25$ Вт?

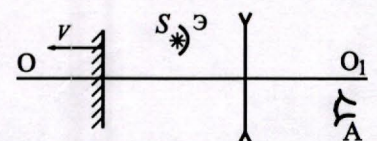


5. Оптическая система состоит из тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием $-F$ ($F > 0$), плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси линзы OO_1 . Источник S находится на расстоянии $3F/4$ от оси OO_1 и на расстоянии $F/2$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии F от линзы.

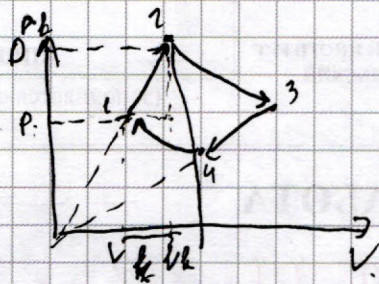
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

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.



3)



$$1) P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$2) P_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$3) P_3 V_3 = \nu R T_2$$

$$4) P_4 V_4 = \nu R T_1$$

$$3) P_3 V_3 = \nu R T_2$$

$$4) m P_4 V_4 = \nu R T_1$$

$$P_1 = \alpha V_1$$

$$P_2 = \alpha k V_1$$

$$P_1 = \alpha V_1$$

$$P_2 = \alpha k V_3$$

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

$$P_3 V_3 = m^2 P_3 k V_1$$

$$m V_3 = k V_1$$

$$1) P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$2) k^2 P_1 V_1 = \nu R T_2$$

$$3) P_3 V_3 = \nu R T_2$$

$$4) m^2 P_3 V_3 = \nu R T_1$$

$$1) T_2 = ?$$

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

$$3) C = ? \quad C = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

$$P_4 k V_1 \quad m = k \frac{V_1}{V_3}$$

$$P_3 = m P_4$$

$$P_4 = m P_3$$

$$P_1 V_1 = k P_1 V_1 \quad k V_1 = m V_3$$

$$\frac{k^2 P_1 V_1 - P_1 V_1}{\nu R} \quad m = k \frac{V_1}{V_3}$$

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

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

$$T_2 = k^2 T_1$$

$$2) \left[\frac{P_1}{P_3} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{T_1}{T_1 k^2} = \frac{1}{k^2} \right]$$

$$3) Q = A + U$$

$$Q = \frac{1}{2} (V_2 k - V_1) \cdot (P_2 k - P_1) + P_1 (V_2 k - V_1) + \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$Q = \frac{1}{2} P_1 V_1 (k-1)^2 + P_1 V_1 (k-1) + \frac{3}{2} (k^2 P_1 V_1 - P_1 V_1)$$

$$Q = P_1 V_1 (k-1) \left(\frac{1}{2} k - \frac{1}{2} + k - 1 \right) + \frac{3}{2} P_1 V_1 (k^2 - 1)$$

$$P_2 = k P_1$$

$$P_2 = k P_1$$

$$1) P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$2) k^2 P_1 V_1 = \nu R T_2$$

$$3) P_3 V_3 = \nu R T_2$$

$$4) m P_3 V_3 = \nu R T_1$$

$$\frac{P_1}{k m P_3} = 1$$

$$P_1 = k m P_3$$

$$\frac{P_1}{P_3} = k m$$

$$m P_3 = P_4$$

$$m V_3 = V_1 k$$

$$m V_3 = V_1 k$$

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

☒ черновик ☐ чистовик

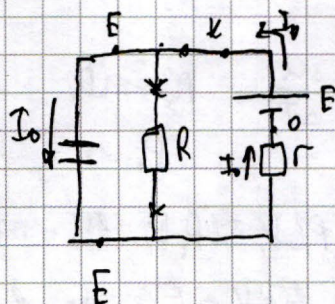
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3. 1) ~~Тогда~~ Напряжение на конденсаторе не меняется скачком, из-за чего мы можем говорить, что сразу после замыкания, напряжение на конденсаторе равно нулю, что эквивалентно обычному проводу



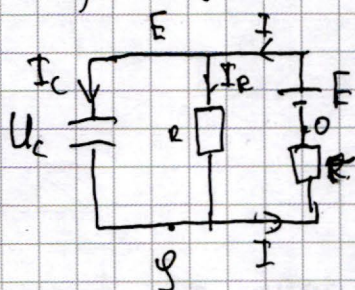
Расставим токи и напряжения по методу потенциалов и видим, что ^{разности} напряжения на резисторе R нет $\Rightarrow$ тока не идет $\Rightarrow$ ток пойдет только через C.

$I_0 = \frac{E}{r} = \frac{E}{R}$. Этот же ток будет на конденсаторе. +4

- 2) Различают цепи когда мощность $N_{\max}$ в макс. силе на конденсаторе

$N_{\max} = U_C \cdot I_C$

Расставим напряжения и токи по методу потенциалов. Получим такую систему



$$U_C = E - \varphi \Rightarrow U_C = E - \frac{E}{2} - \frac{I_C R}{2} = \frac{E}{2} - \frac{R}{2} I_C$$

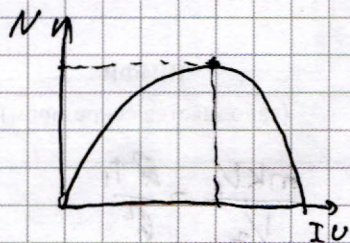
$$I_R = \frac{E - \varphi}{R}$$

$$I = \frac{\varphi}{r} = \frac{\varphi}{R}$$

$$I = I_R + I_C \Rightarrow \frac{\varphi}{R} = \frac{E - \varphi}{R} + I_C \Rightarrow \varphi = \frac{E + I_C R}{2}$$

$$N_{\max} = \left(\frac{E}{2} - \frac{R}{2} I_C \right) I_C \Rightarrow -\frac{R}{2} I_C^2 + \frac{E}{2} I_C - N_{\max} = 0 \Rightarrow \frac{R}{2} I_C^2 - \frac{E}{2} I_C + N_{\max} = 0$$

Квадратное уравнение максимумо, когда дискриминант $D=0$



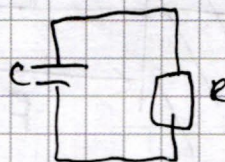
$$I_c = \frac{\frac{E}{2}}{2 \cdot \frac{R}{2}} = \frac{E}{2R}$$

⇒ После размыкания
напр $E_c = \frac{1}{4} E$

$$I_c^* = \frac{E}{4R} \text{ см(ж)}$$

3) После размыкания ключа вся энергия конденсатора выделяется в тепло

$$U_c = \frac{E}{2} - \frac{R}{2} \cdot \frac{E}{2R} = \frac{E}{2} - \frac{E}{4} = \frac{1}{4} E$$



$$\text{ЗСЗ: } W_c = \frac{C U_c^2}{2} = \frac{C E^2}{32} = Q$$

Ответ: 1) $I_0 = \frac{E}{R}$

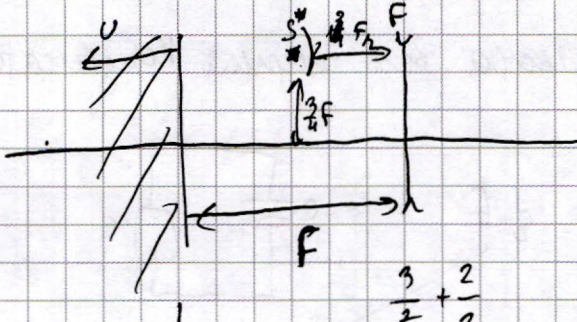
2) $I_c^* = \frac{E}{4R}$

3) $\frac{C E^2}{32} = Q$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{mkV_1}{V_3} = \frac{T_1}{R^2}$$

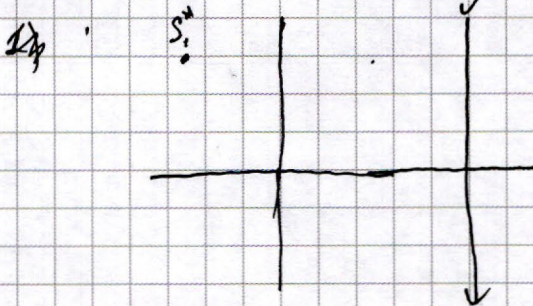
5)



$$\frac{P_1}{P_3} = mk$$

$$m = \frac{P_1}{P_3} \cdot \frac{V_1}{V_3}$$

1) $f_2 = ?$



$$\frac{3}{2} + \frac{2}{2} = \frac{5}{2}$$

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

$$\frac{P_1}{P_3} = \frac{T_1 k}{T_1}$$

$$\frac{P_1}{P_3} = mk$$

$$mV_3 = V_1 k$$

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

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

$$\frac{V_3}{V_1} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{V_3}{V_1} = \frac{k^2 m k}{T_1}$$

$$\frac{P_1}{P_3} \frac{V_1}{V_3} = k \frac{1}{k^3 m} =$$

$$m = \frac{1}{k^3 m}$$

$$10 \cdot 12 = \frac{10 \cdot 12 \cdot 2}{8} = 1 \cdot 12$$

$$10 \cdot 12 = \frac{10 \cdot 12 \cdot 2}{8 + 2} = 1 \cdot 12$$

$$> R_1 (1 + 10 \frac{2}{10})$$

$$120 - 24 - 12 > R_1 \cdot 3$$

$$40 - 8 - 4 > R_1$$

$$R_1 < 28$$

$$m = \frac{1}{k^2} \cdot \frac{1}{m}$$

$$\frac{mk}{1} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$mV_3$$

$$\frac{P_1}{mkP_3} = \frac{VPT_1}{OR}$$

$$ER_2 - ER_4 \frac{R_1 + R_2}{R_3 + R_4} > V_0$$

$$ER_2 - ER_4 \frac{R_1 + R_2}{R_3 + R_4} > V_0 (R_1 + R_2)$$

$$ER_4 \frac{R_1 + R_2}{R_3 + R_4} < ER_2 - V_0$$

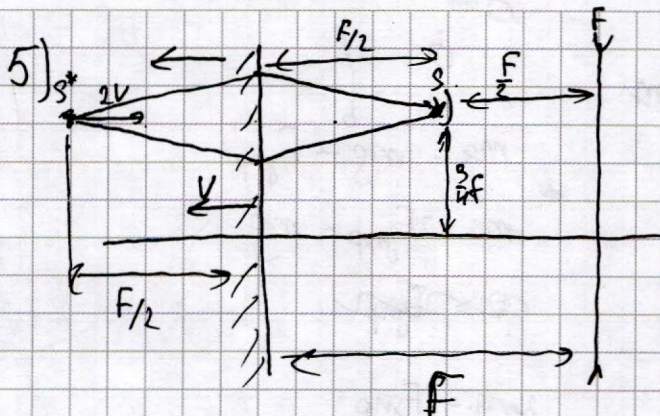
$$ER_2 > V_0 R_1 + V_0 R_2 + R_1 \frac{ER_4}{R_3 + R_4} + \frac{ER_4 R_2}{R_3 + R_4}$$

$$\frac{R_1 + R_2}{R_3 + R_4} = \frac{R_2}{R_4} = \frac{V_0}{R_4}$$

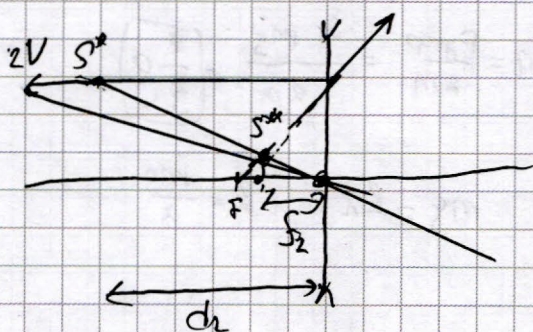
$$ER_2 - \frac{ER_4 R_2}{R_3 + R_4} - V_0 R_2 > R_1 (V_0 + E \frac{R_4}{R_3 + R_4})$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4+4+1=9



1) Изображение в зеркале
будет на таком же расстоя-
нии, что от S до зеркала
Для мизы предметом будет
 S^*



4) Изобр. в мизе будет мнимым.

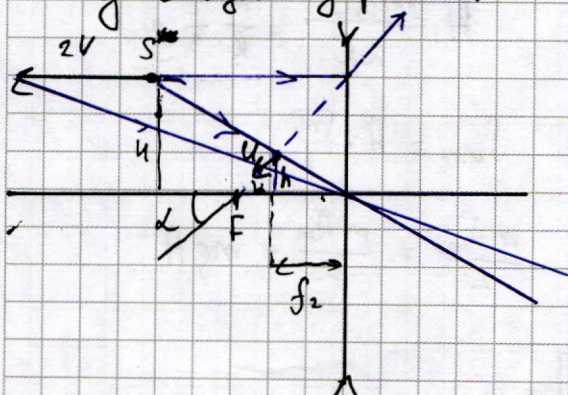
$$d_2 = \frac{F}{2} + \frac{F}{2} + \frac{F}{2} = \frac{3}{2}F$$

$$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} - \frac{1}{F} \quad d_2 = \frac{3}{2}F$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{d_2 + F}{F d_2}$$

$$\left[f_2 = \frac{F d_2}{d_2 + F} = \frac{F \cdot \frac{3}{2}F}{\frac{3}{2}F + F} = F \cdot \frac{3}{5} \right] \text{ — это ответ на первый вопрос}$$

2) Скорость S^* будет $2V$, что легко найти, если перейти в систе-
му отсчета зеркала



Сперва найдем угол α

$$\Gamma = \frac{h}{h} = \frac{h}{3/4F} \rightarrow h = \Gamma \cdot \frac{3}{4}F = \frac{2}{5} \cdot \frac{3}{4}F = \frac{3}{10}F$$

$$\frac{F - f_2}{d_2} = \frac{\frac{3}{4}F}{\frac{3}{2}F} = \frac{2}{5} \quad \left[\frac{F - f_2}{F - f_2} = \frac{\frac{3}{10}F}{F - \frac{3}{5}F} = \right]$$

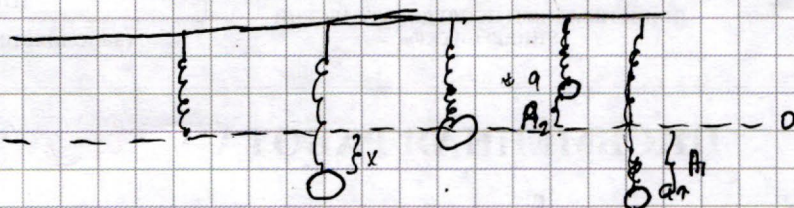
$$= \frac{\frac{3}{10}F}{\frac{2}{5}F} = \frac{3}{4}$$

Теперь используем формулу продольного увеличения

$$\Gamma^2 = \frac{u \cos \alpha}{2V} \Rightarrow \left[u = \frac{2V \Gamma^2}{\cos \alpha} = \frac{2V \cdot \frac{9}{25}}{\cos \alpha} = \frac{2V}{25 \cos(\arccos \frac{3}{4})} \right]$$

1.

1)

2) $\frac{k_1}{k_2}$

$$ma_1 = 2F_{\text{уп}} - mg$$

$$F_{\text{уп}} = m$$

$$ma_2 = F_{\text{уп}} - mg$$

$$ma = mg - F_{\text{уп}}$$

$$ma = 2F_{\text{уп}} - mg$$

$$0 = F_{\text{уп}}$$

$$0 = 2mg - 3F_{\text{уп}}$$

$$F_{\text{уп}} = \frac{2}{3}mg$$

$$2ma = F_{\text{уп}}$$

$$a = \frac{F_{\text{уп}}}{2m} = \frac{\frac{2}{3}mg}{2m} = \left(\frac{1}{3}g\right)$$

2)

$$0 = k \frac{A_2^2}{2} + \frac{m\dot{S}_1^2}{2} + mg A_2$$

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

$$0 = k \frac{A_1^2}{2} + \frac{m\dot{S}_1^2}{2} - mg A_1$$

$$ma = mg - k A_2$$

$$A_2 = \frac{m \frac{1}{3}g}{k} = \frac{m}{k} \frac{1}{3}g$$

$$\left(\frac{S_1}{S_{\text{max}}}\right)^2 + \left(\frac{A_1 + x}{A_{\text{max}}}\right)^2 = 1$$

$$ma = 2k A_1 - mg$$

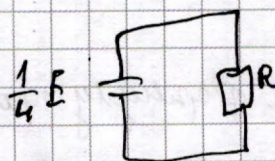
$$A_1 = \frac{m \frac{1}{3}g}{2k} = \frac{m}{k} \frac{1}{6}g$$

$$\left(\frac{S_2}{S_{\text{max}}}\right)^2 + \left(\frac{A_2 - x}{A_{\text{max}}}\right)^2 = 1$$

$$S_{\text{max}} = A \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\frac{S_1^2}{S_{\text{max}}^2} = 1 - \frac{A_{\text{max}}^2}{A_{\text{max}}^2}$$

$$\frac{m\dot{S}_{\text{max}}^2}{2} = \frac{m A_{\text{max}}^2}{2} + mg A$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) 1) Распишем закон Менделеева-Клапейрона для каждой точки (1, 2, 3, 4)

$$1) P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$2) k^2 P_1 V_1 = \nu R T_2 \quad \text{— т.к. давление выросло в } k, \text{ то и объем должен вырасти в } k \text{ раз}$$

$$3) P_3 V_3 = \nu R T_2$$

$$4) \cancel{P_3 V_3}$$

$$mk P_3 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_1 = k V_1$$

$$k P_1 = k V_1$$

$$V_2 = k V_1$$

т-коэф. пропорциональности
 $m V_3 = V_1 k$

$$\text{а) поделим 2) на 1): } \frac{k^2 P_1 V_1}{P_1 V_1} = \frac{\nu R T_2}{\nu R T_1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = k^2 \Rightarrow T_2 = T_1 k^2 =$$

$$= \boxed{T_2 = 4 T_1} \quad + 4$$

Найдем $\frac{P_1}{P_3}$. поделим 2) на 3):

$$\frac{k^2 P_1 V_1}{mk P_3 V_1} = \frac{\nu R T_2}{\nu R T_1} = \frac{k^2 T_1}{T_1} = k^2 \Rightarrow \boxed{\frac{P_1}{P_3} = mk = 1} \quad + 4$$

найдем m .

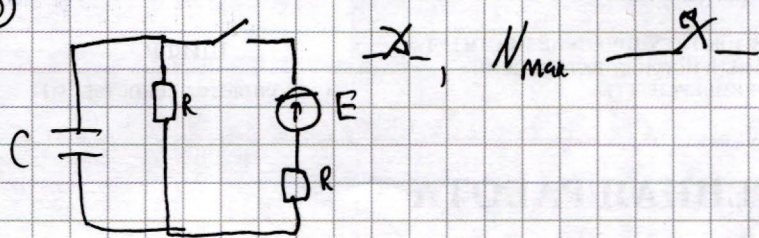
$$m V_3 = V_1 k \quad m = k \frac{V_1}{V_3} = \frac{1}{k^3 m} = k \Rightarrow m^2 = \frac{1}{k^2} \quad m = \frac{1}{k}$$

$$\text{поделим 4) на 3): } mk \frac{V_1}{V_3} = \frac{T_1}{k^2 T_1} \quad m = \frac{1}{k^3} \Rightarrow m = \frac{1}{k^3} \Rightarrow m = \frac{1}{k}$$

$$\text{поделим 4) на 3): } \frac{mk P_3 V_1}{P_3 V_3} = \frac{T_1}{k^2 T_1} \Rightarrow \frac{V_1}{V_3} = \frac{1}{k^3 m}$$

$$3) C_p = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{Q_2}{T_2 - T_1} \cdot \dot{V}$$

3)



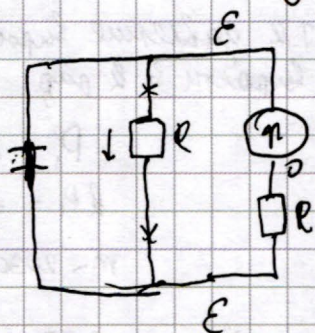
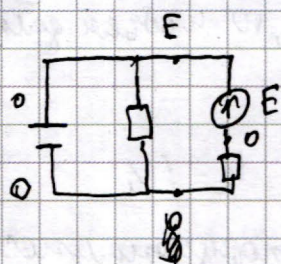
$$\frac{10 \cdot 12}{R_1 + 12} - \frac{10 \cdot 2}{8 + 2} > 1$$

$$\frac{120}{R_1 + 12} - \frac{20}{6} > 1$$

1) I_0 через C, в первый момент

$$\frac{120}{R_1 + 12} > 3 \quad \frac{40}{R_1 + 12} > 1$$

Напряжение на C не меняется резко

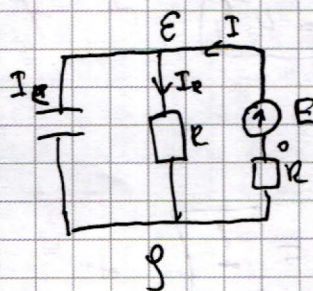


$$I_0 = \frac{E}{R}$$

$$40 > R_1 + 12$$

2) $N_{max} = U I_c$

$$\left(\frac{C U_c^2}{2} \right)'$$



$$U_c = E - \varphi$$

$$I_R = \frac{E - \varphi}{R}$$

$$I = \frac{\varphi}{R}$$

$$I = I_R + I_c$$

$$\frac{\varphi}{R} = \frac{E - \varphi}{R} + I_c$$

$$\left(E - \frac{E + I_c R}{2} \right) I_c = N_{max}$$

$$\varphi = E - \varphi + I_c R$$

$$\varphi = E - \varphi + I_c R$$

$$\varphi = \frac{E + I_c R}{2}$$

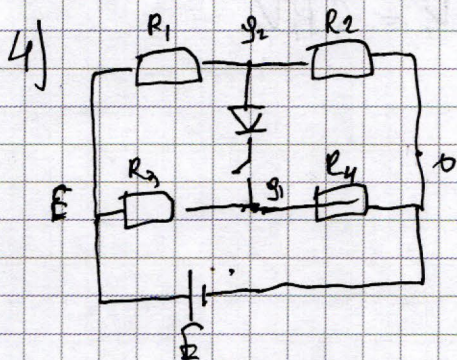
$$I_c E - \frac{E}{2} I_c - I_c^2 \frac{R}{2} - N_{max} = 0$$

$$I_c^2 \frac{R}{2} - \frac{E}{2} I_c + N_{max} = 0$$

$$I_c = \frac{\frac{R}{2}}{R}$$

$$\frac{E^2}{4} - 4 \frac{R}{2} N_{max} = 0$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$E = 10 \text{ В}$$

$$R_2 = 12 \text{ Ом}$$

$$R_3 = 8 \text{ Ом}$$

$$R_4 = 2 \text{ Ом}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

Ответ: 1) $I_0 = 1 \text{ А}$

2) $R_1 < 28 \text{ Ом}$

$3 + 4 + 0 = 7$

1) $I_0 = \frac{E - \varphi_1}{R_3}$

$\frac{\varphi_1}{R_4} = \frac{E - \varphi_1}{R_3}$

$\varphi_1 R_3 = R_4 E - R_4 \varphi_1$

$\varphi_1 = \frac{E R_4}{R_3 + R_4}$

$I_0 = \frac{\varphi_1}{R_4}$

$I_0 = \frac{E}{R_3 + R_4} = \frac{10}{8 + 2} = 1 \text{ А}$

+3

2) Ток через диод пойдет тогда, когда $\varphi_2 - \varphi_1 > U_0$

$\varphi_2 = \frac{E R_2}{R_1 + R_2}$ по аналогии с φ_1

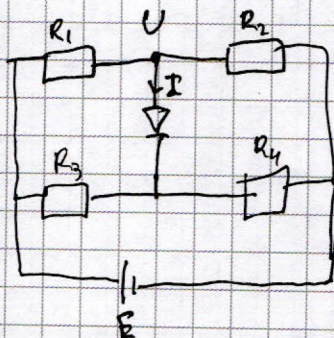
$\frac{E R_2}{R_1 + R_2} - \frac{E R_4}{R_3 + R_4} > U_0$

$R_1 < 28 \text{ Ом}$

+4

3) $P = U \cdot I$

$P = \frac{U^2}{R}$



$dQ_{12} = \underbrace{\delta A}_{\text{используем под чертой}} + \underbrace{\delta U}_{\text{используем под чертой}}$

$$Q_{12} = \underbrace{\frac{1}{2} P_1 V_1 (k-1)^2 + P_1 V_1 (k-1)}_{P_1 V_1 (k^2 - 1)} + \underbrace{\frac{3}{2} UR (T_2 - T_1)}_{P_1 V_1 (k^2 - 1)} =$$

подставляем

$$= \cancel{\frac{1}{2} P_1 V_1} + P_1 V_1 + P_1 V_1 + \frac{3}{2} P_1 V_1 \cdot 3 = \left(\frac{3}{2} + \frac{3}{2}\right) P_1 V_1 = 6 P_1 V_1$$

$$\left[C_0 = \frac{6 P_1 V_1}{3 T_1} \cdot \frac{1}{J} = \frac{2 \cancel{P_1 V_1} R T_1}{3 T_1} \cdot \frac{1}{J} = 2R \right]$$

$$P_1 V_1 = J R T_1$$

Ответ: 1) $T_2 = 4T_1$

2) $\frac{P_2}{P_1} = 4$

3) $C_0 = 2R$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) $ma = mg - F_{\text{упр}}$ — II ЗН для ^{второго} положения
 $+ \quad ma = 2F_{\text{упр}} - mg$ —

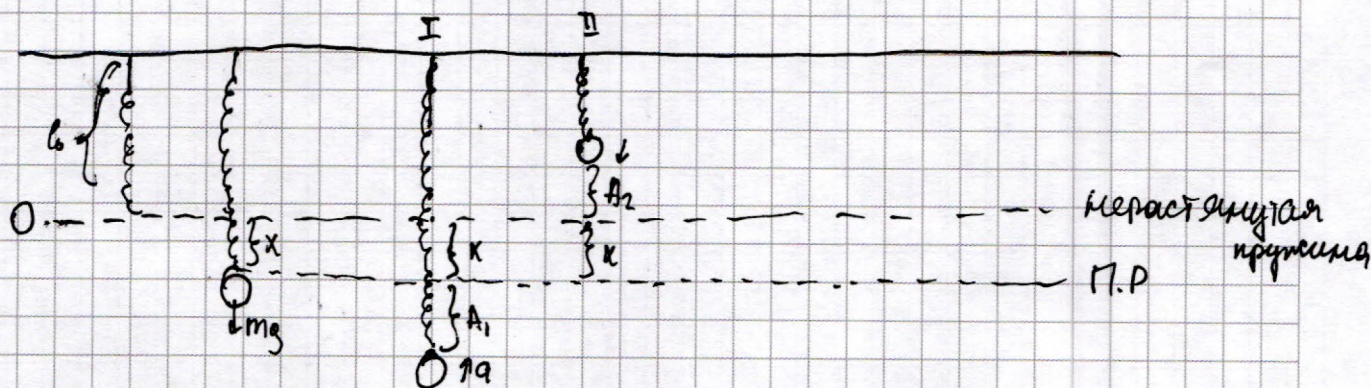
Ответ: 1) $a = \frac{1}{3}g$

$2ma = F_{\text{упр}} \quad \boxed{a = \frac{F_{\text{упр}}}{2m} = \frac{\frac{2}{3}mg}{2m} = \frac{1}{3}g}$

$+9 + 0 + 0 = 9$

$0 = 2mg - 3F_{\text{упр}}$

$F_{\text{упр}} = \frac{2}{3}mg \Rightarrow k(x + A_1) = \frac{2}{3}mg$
 ~~$kA_2 = \frac{2}{3}mg$~~



~~$m \frac{1}{3}g = mg$~~ $k(x + A_1) = \frac{2}{3}mg$

$k(A_2) = \frac{2}{3}mg$

$kx = mg$

Распишем ЗСЭ для I и II (K_1 — кин. эн. в I, K_2 — кин. эн. в II)

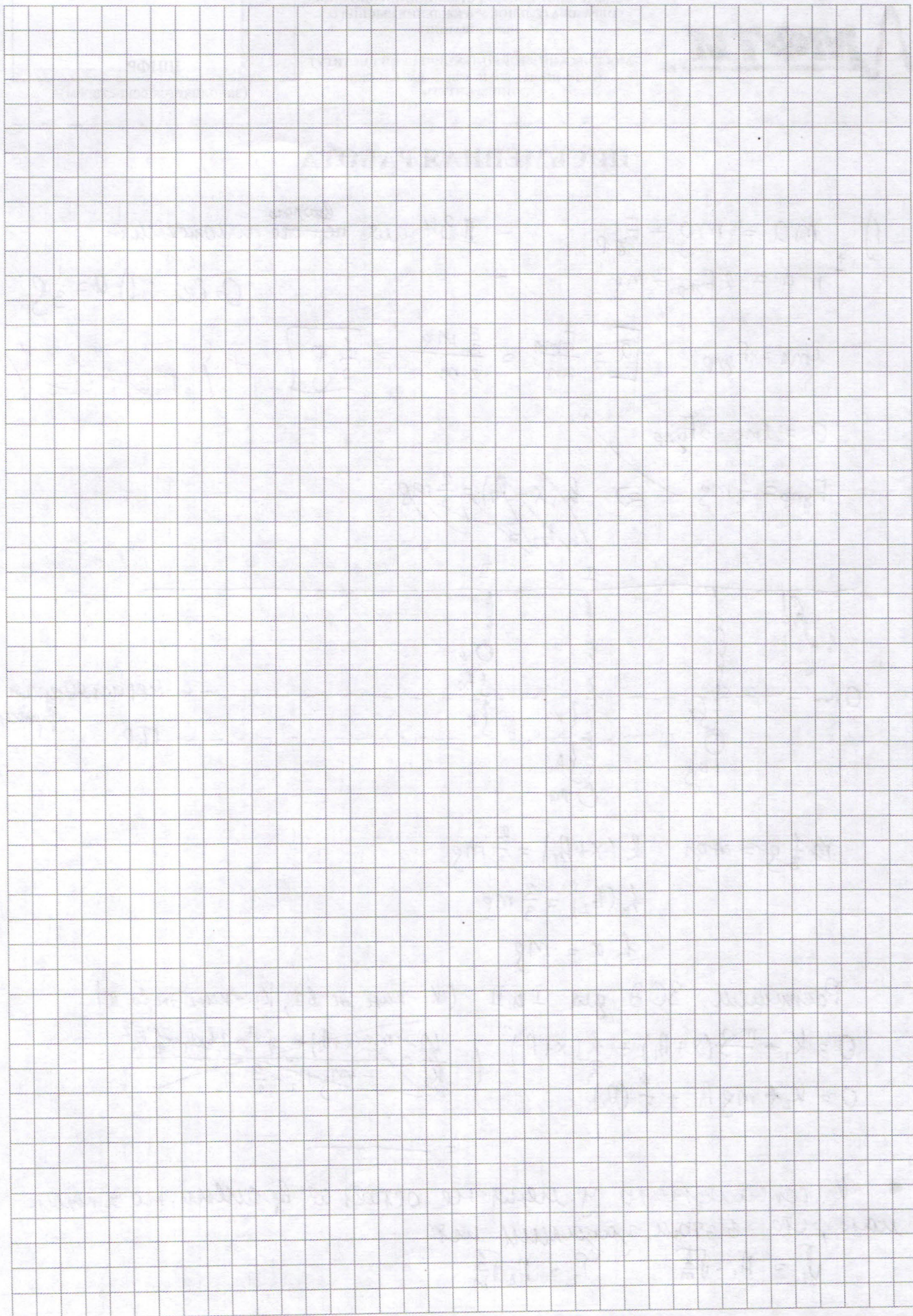
$0 = K_1 + \frac{mg}{2}(x + A_1) + \frac{k}{2}(x + A_1)^2$
 $0 = K_2 + mgA_2 + \frac{k}{2}(A_2)^2$

$=$

К сожалению у меня не осталось времени, но я понимаю, что в этом задании нет

$v_1 = A_1 \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$

$v_2 = A_2 \sqrt{\frac{k}{m}}$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)