

Олимпиада «Физтех» по физике, 11

Вариант 11-08

Класс 11

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

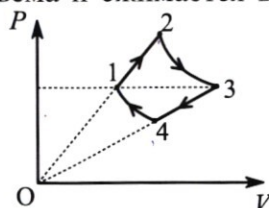
1. Шарик подвешен в поле тяжести на легкой упругой пружине с неизвестной жесткостью. Шарик поднимают вверх до положения, когда пружина не деформирована, и отпускают. При дальнейшем движении шарика вдоль вертикали в некоторые моменты времени силы, действующие на шарик со стороны пружины, отличаются в 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.

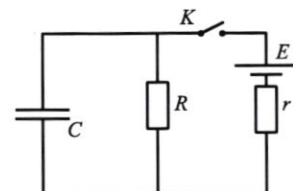
Давления газа в состояниях 1 и 3 равны.

- 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.



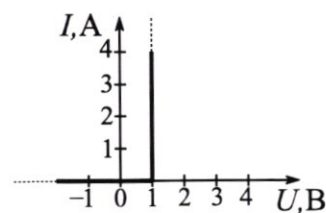
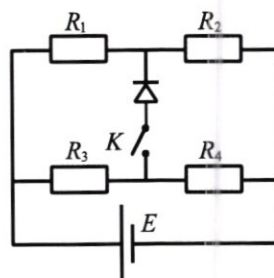
3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, конденсатор не заряжен. Величины E, R, C известны, $r = 4R$. Ключ K на некоторое время замыкают, а затем размыкают, когда скорость роста энергии конденсатора максимальна.

- 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.



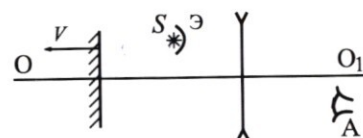
4. В цепи используется мостовая схема (см. рис.). ЭДС идеального источника $E = 10$ В, $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 5$ Ом, $R_3 = 15$ Ом. Вольтамперная характеристика диода показана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В.

- 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

3.)

1) $I_R = ?$
2) $U_C = ?$
3) $W_C' = ?$

1) $t=0$ — это сразу после замыкания ключа. Напряжение на конденсаторе $U_C(0)$ в этот момент скачком не изменится. $\Rightarrow U_C(0) = U_0 = 0$.

$U_R = U_C = 0$ $I_R = \frac{U_R}{R} = 0$.

метод потенциалов. Значит, ток через резистор R не течёт.

2) По определению $W_C' = U_C \cdot I_C$ (метод потенциалов).
 $t=0$ — это непосредственно перед размыканием ключа.

1. $U_R = E - \varphi = E - 4I_0 R$
 $U_C = E - \varphi = E - 4I_0 R$

$U_R = U_C$
 $U_C = I_R \cdot R$ (*)

2. По закону сохр. заряда: $I_0 = I_C + I_R$

$U_C = E - 4I_0 R = E - 4R(I_C + I_R)$ (**)

Приравняем (*) и (**)

$E - 4R(I_C + I_R) = I_R R$

$E - 4R \cdot I_C = 5I_R R$

$I_R = \frac{E}{5R} - \frac{4}{5} I_C$

3. Подставим найденное I_R в (*), получим:

$U_C = I_R \cdot R = \frac{E}{5} - \frac{4}{5} R \cdot I_C$

4. Тогда $W_C' = U_C \cdot I_C = \frac{E}{5} \cdot I_C - \frac{4}{5} R \cdot I_C^2$

$W_C'(I_C)$ — квадратичная функция от I_C .

W_C' — max в «вершине» $\Rightarrow$ max значению W_C' соответствует значение $I_C^* = \frac{E \cdot 5}{5 \cdot 8R} = \frac{E}{8R}$ (I_C^* — ток конденсатор перед размыканием)

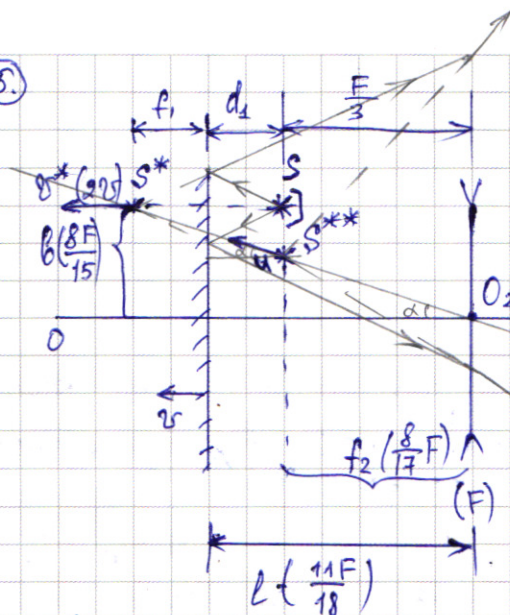
Тогда $W_C' = \frac{E \cdot E}{5 \cdot 8R} - \frac{4R \cdot E^2}{5 \cdot 64R^2} = \frac{E^2}{40R} - \frac{E^2}{90R} = \frac{5E^2}{360R} = \frac{E^2}{72R}$

$U_C^* = \frac{W_C'}{I_C^*} = \frac{\frac{E^2}{72R}}{\frac{E}{8R}} = \frac{E}{9}$

Ответ: 2) $U_C^* = \frac{E}{9}$

3) $W_C' = \frac{E^2}{72R}$

5.



1) S - действ. предмет для зеркала, находящийся на расстоянии $d_1 = \frac{11F}{18} - \frac{F}{3} = \frac{5F}{18}$

S^* - мнимое изображение предмета S в левом зеркале, находящийся на р-ии $f_1 = d_1 = \frac{5F}{18}$ от л-го зеркала.

2) S^* - действ. предмет для мизо, значит, S^{**} - мнимое изображение действ. пр. S^* в мизе.

Тогда формула тонкой мизы:

$$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} - \frac{1}{f_2}, \text{ где } d_2 = l + f_1 = \frac{11F}{18} + \frac{5F}{18} = \frac{8F}{9}$$

$$-\frac{1}{F} = \frac{9}{8F} - \frac{1}{f_2}$$

$$f_2 = \frac{8F \cdot 9}{F + d_2} = \frac{F \cdot \frac{8}{9} F}{\frac{17}{8} F} = \frac{8}{17} F$$

1) $f_2 = ?$

2) $\alpha = ?$

3) $u = ?$

При этом S^{**} нах-ся на прямой, соединяющей S^* и O_2 на расстоянии f_2 от л-го зеркала.

Ответ: 1) $f_2 = \frac{8}{17} F$

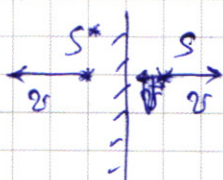
2) Скорость изображения направлена вдоль прямой, соединяющей S^* , S^{**} и O_2 , под углом α к горизонту. Из рисунка видно, что $\alpha = \angle S^* O_2 O$

$$\Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{v}{d_2} = \frac{8F \cdot 9}{15 \cdot 8F} = \frac{3}{5} \quad \text{Из тригонометрии}$$

$$\cos \alpha = \frac{5}{\sqrt{34}}; \sin \alpha = \frac{3}{\sqrt{34}}$$

Ответ: 2) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{5}$

3) Перемещение в СО зеркала:



Скорость предмета в СО зеркала равна v . Тогда $v_{отн}$ в СО зеркала равна $2v$ и противоположно направлена.

В СО Земли:

$$\vec{v}^* = \vec{v}_{отн} + \vec{v}$$

$$\vec{v}^* = 2v$$

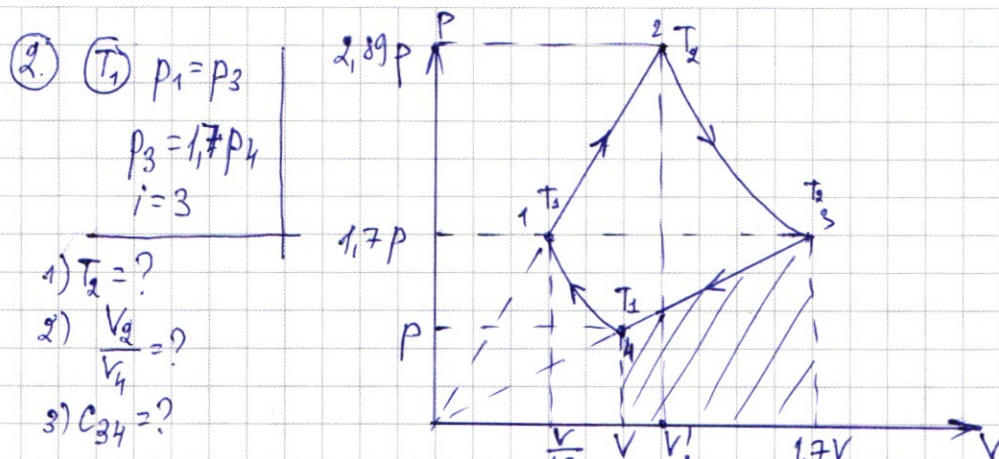
Тогда отн-но неподвижной мизы: $u \cos \alpha = r \cdot v^*$

$$r = \frac{f_2}{d_2} = \frac{8F \cdot 9}{17 \cdot 8F} = \frac{9}{17}$$

$$u = \frac{r \cdot v^*}{\cos \alpha} = \frac{9 \cdot 2v \cdot \sqrt{34}}{289 \cdot 5} = \frac{162 \sqrt{34}}{1445} v$$

Ответ: $u = \frac{162 \sqrt{34}}{1445} v$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1. Воспользуемся методом расстановки p - V координат.

Пусть $p_4 = p$. Тогда $p_1 = p_3 = 1,7p$.

Пусть $V_4 = V$. Тогда, если процесс 2-3 - прямая пропорциональность:

$$p = \alpha \cdot V \quad \alpha = \frac{p}{V} = \frac{1,7p}{V_3} \quad V_3 = 1,7V$$

Тогда из ур-ня Менз.-Кл. в соот. 4: $pV = \nu RT_1$

$$\text{в соот. 3: } 1,7p \cdot 1,7V = \nu RT_2$$

$$2,89 = \frac{T_2}{T_1}$$

$$T_2 = 2,89 T_1$$

Ответ 1): $T_2 = 2,89 T_1$

2. Продолжим расставлять координаты.

По ур-ню М.К. в соот. 4: $1,7p \cdot V = \nu RT_1$

$$\text{в соот. 1: } 1,7p \cdot V_1 = \nu RT_2$$

$$V = V_1 \cdot 1,7$$

$$V_1 = \frac{V}{1,7}$$

По ур-ню М.К. в соот. 1: $pV = \nu RT_1$

$$\text{в соот. 2: } 2,89p \cdot p \cdot V = \nu R \cdot 2,89 T_1, \quad \text{Процесс 1-2: } p = \beta \cdot V$$

$$\beta^2 = 2,89$$

$$\beta = 1,7 \Rightarrow$$

$$V_2 = \beta \cdot V_1 = V!$$

$$p_2 = \beta \cdot p = 2,89p$$

$$\text{Значит, } \frac{V_2}{V_1} = \frac{V}{V} = 1.$$

$$\text{Ответ 2): } \frac{V_2}{V_1} = 1$$

3. По первому началу термодинамики для процесса 3-4:

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

$$\Delta U_{34} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_2) = -\frac{3}{2} \nu R \cdot 1,89 T_1$$

$$A_{34} = -S_{2p} = -\frac{(1,7p+p)}{2} \cdot (1,7V-V) = -0,945 \nu R T_1$$

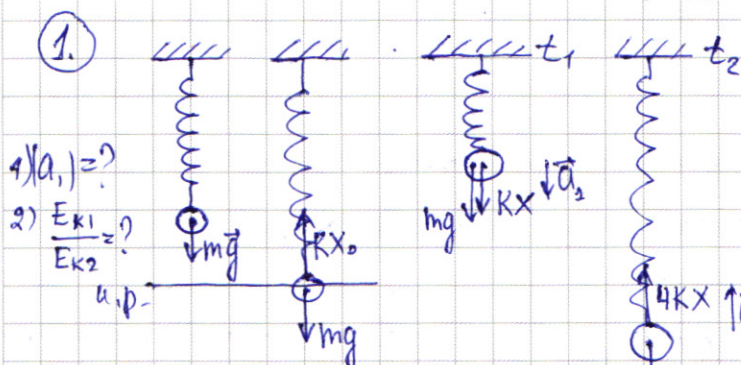
$$Q_{34} = \nu c (T_1 - T_2) = -c \nu \cdot 1,89 T_1$$

Подставляя эти значения:

$$c \cdot \cancel{\nu \cdot 1,89 T_1} = \frac{3}{2} \cancel{\nu R \cdot 1,89 T_1} + \frac{0,945 \cancel{\nu R T_1}}{1,89}$$

$$c = \frac{3}{2} R + \frac{1}{2} R = 2R$$

Ответ 3): $c_{34} = 2R$



1) 1. Когда шарик отпускают, он начинает колебаться. До того, как он колеблется по 2 з.п.:

$mg = KX_0$,
где X_0 - начальная деформация пружины.

2. Для промежут. м.вр. t_1 и t_2 :

$$t_1: 2 \text{ з.п.}: KX + mg = ma_1$$

$$t_2: 2 \text{ з.п.}: 4KX - mg = ma_2$$

$$KX + mg = 4KX - mg$$

$$KX + KX_0 = 4KX - KX_0$$

$$X + X_0 = 4X - X_0$$

$$2X_0 = 3X$$

$$X = \frac{2}{3} X_0$$

3. Тогда для ускорения:

$$|a_2| = |a_1| = \frac{KX + mg}{m} = \frac{K \cdot \frac{2}{3} X_0 + mg}{m} = \frac{\frac{2}{3} mg + mg}{m} = \frac{5}{3} g$$

Ответ: 1) $|a_2| = |a_1| = \frac{5}{3} g$

2) Заметим, что в нач. м.вр. $v_0 = 0$.

Тогда, если предположить, что полн. равновесия - положение, где $mg = KX_0$, то: ($a = 0$)!!

$$\left(\frac{X_0}{X_{\max}}\right)^2 + \left(\frac{v_0}{v_{\max}}\right)^2 = 1$$

$$v_0 = 0 \Rightarrow X_0 = X_{\max}$$

Тогда $\left(\frac{X}{X_0}\right)^2 + \left(\frac{v}{v_{\max}}\right)^2 = 1$ $\frac{v^2}{v_{\max}^2} = \frac{5}{9}$ $v = \pm \frac{v_{\max} \sqrt{5}}{3} \Rightarrow |v_1| = |v_2| = \frac{v_{\max} \sqrt{5}}{3}$

где $\frac{X}{X_0}$ - безразмерн.
в м.вр. t_1 и t_2

Если $|v_1| = |v_2|$, то $E_{k1} = E_{k2} \Rightarrow \frac{E_{k1}}{E_{k2}} = 1$

Ответ: 2) $\frac{E_{k1}}{E_{k2}} = 1$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) 1. У пружины энергия деформации $E_{\text{деп}} = \frac{kx^2}{2}$ max, когда $x = x_{\text{max}} = x_0$.

$$\Rightarrow E_{\text{деп max}} = \frac{kx_0^2}{2} = \frac{mgx_0}{2}$$

2. У шарика E_k max, когда $v = v_{\text{max}} = x_{\text{max}} \cdot \omega = x_0 \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$

$$\Rightarrow E_{k \text{ max}} = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2} = \frac{m \cdot x_0^2 \cdot k}{2 \cdot m} = \frac{kx_0^2}{2}$$

$$E_{k \text{ max}} =$$

$$E_{\text{деп max}}$$

по ЗСЭ:

$$E_{\text{деп max}} - mgx_0 = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2}$$

2. У шарика E_k max, когда $v = v_{\text{max}} = x_{\text{max}} \cdot \omega = x_0 \sqrt{\frac{k}{m}}$

$$E_{k \text{ max}} = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2} = \frac{m x_0^2 \cdot k}{2m} = \frac{kx_0^2}{2}$$

по ЗСЭ:

$$E_{\text{деп max}} + mgx_0 = E_{k \text{ max}}$$

$$\Rightarrow \frac{E_{k \text{ max}}}{E_{\text{деп max}}} = 1$$

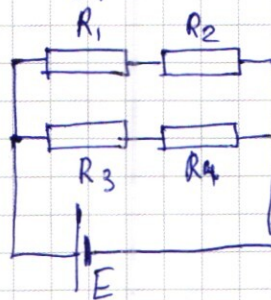
3) Ответ: $\frac{E_{k \text{ max}}}{E_{\text{деп max}}} = 1$

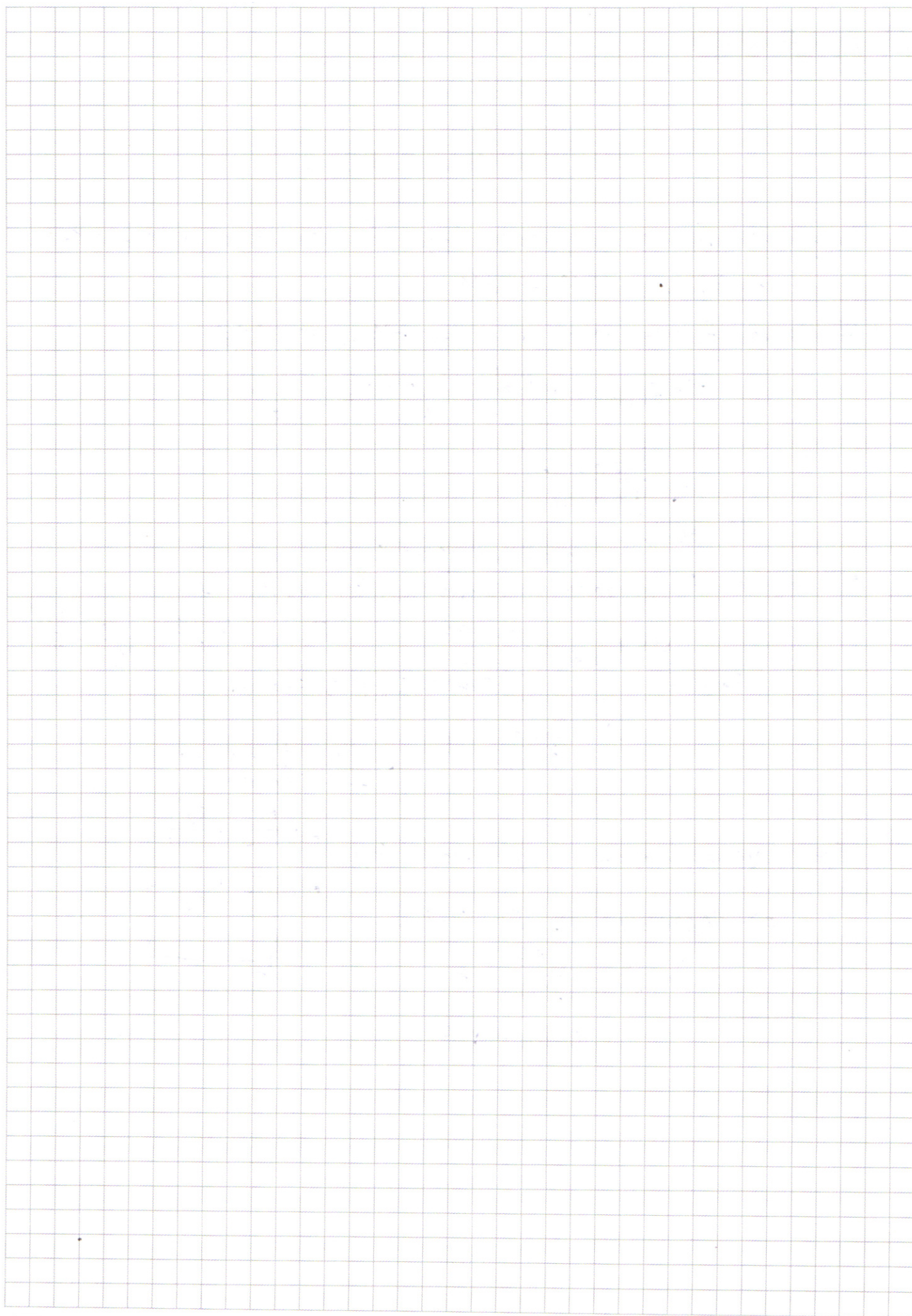
4) При разомкнутом ключе приключает вид:

$$\Rightarrow \text{по закону Ома: } E = I_1 (R_1 + R_2)$$

$$I_1 = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{10 \text{ В}}{10 \text{ Ом}} = 1 \text{ А}$$

Ответ 1): 1А



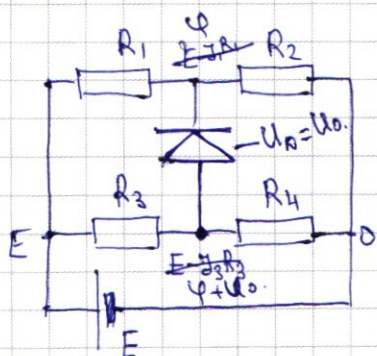
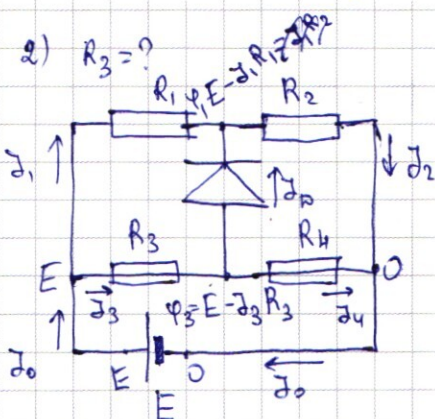
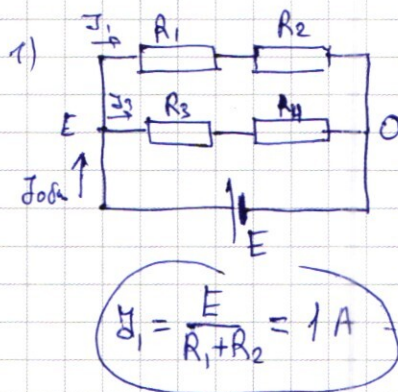
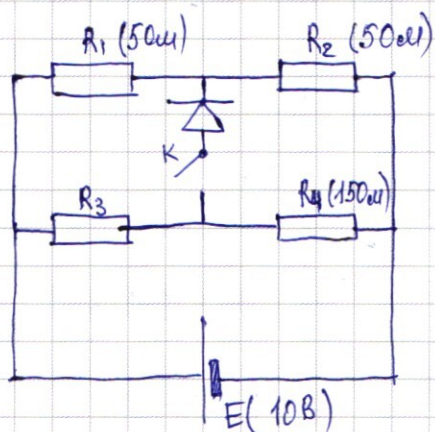


☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4.



$$I_1 R_1 - I_3 R_3 = 1 \text{ B.}$$

$$\frac{E - \varphi}{R_1} + \frac{E - \varphi - U_0}{R_3} = I_0$$

$$\frac{\varphi}{R_2} + \frac{\varphi + U_0}{R_4} = I_0$$

E

$$I_2 = I_0 - I_4$$

$$I_3 + I_4 = I_0$$

$$U_0 = 1 \text{ B}$$

$$\varphi_3 = E - I_3 R_3$$

$$\varphi_1 = E - I_1 R_1$$

$$\varphi_3 - \varphi_1 > U_0$$

$$E - I_3 R_3 - E + I_1 R_1 > U_0$$

$$I_1 R_1 - I_3 R_3 > U_0$$

$$I_1 R_1 - (I_0 - I_1) R_3 > U_0$$

$$I_1 R_1 - I_0 R_3 + I_1 R_3 > U_0$$

$$I_1 + I_0 = I_2$$

$$I_1 R_1 - I_0 R_3 + I_1 R_3 > 0$$

$$I_0 R_4 - I_1 R_4 - I_0 R_4 - I_1 R_2 - I_0 R_2 > 0$$

$$I_1 (R_1 + R_3) - I_0 R_3 > 0$$

$$I_0 R_4 - I_1 (R_2 + R_4) - I_0 (R_2 + R_4) > 0$$

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

$$I_3 = I_0 + I_4$$

$$I_1 + I_3 = I_0$$

$$I_2 = I_1 + I_0$$

$$I_2 + I_4 = I_0$$

$$\varphi_1 = I_2 R_2$$

$$\varphi_3 = I_4 R_4$$

$$\varphi_3 - \varphi_1 > U_0$$

$$I_4 R_4 - I_2 R_2 > 0$$

$$I_4 R_4 - I_1 R_2 - I_0 R_2 > 0$$

$$(I_0 - I_2) R_4 - I_2 R_2 > 0$$

$$I_0 R_4 - I_2 R_4 - I_2 R_2 > 0$$

$$I_3 = I_0 + I_4 \quad I_3 + I_1 = I_0$$

$$U_1 = U_3 + U_0$$

$$U_3 = E - U_4$$

$$I_3 R_3 = E - I_4 R_4$$

$$E - U_4 = U_1 - U_0$$

$$U_1 + U_4 = E + U_0$$

$$U_1 + U_2 = 8$$

$$U_3 + U_4 = 8$$

$$I_1 R_1 + I_2 R_2 = E + U_0$$

$$U_0 = U_1 - U_3 = I_1 R_1 - I_3 R_3$$

$$I_2 = I_0 - I_4$$

$$U_2 + U_3 + E + U_0 > 2E$$

$$U_2 + U_3 = E - U_0$$

$$U_3 = E - U_0 - U_2$$

$$U_3 = E - U_0 - U_2$$

$$U_0 = U_1$$

$$U_1 + U_2 = E$$

$$I_1 R_1 + (I_1 + I_0) R_2 = E$$

$$I_1 (R_1 + R_2)$$

$$U_3 + U_4 = E$$

$$I_3 R_3 + (I_3 - I_0) R_4 = E$$

$$U_4 = U_0 + U_2$$

$$I_3 R_3 + I_3 R_4 - I_0 R_4 = E$$

$$I_3 = \frac{E + I_0 R_4}{R_3 + R_4} \quad | \cdot R_3$$

$$U_3 = \frac{E + I_0 R_4}{I_3 R_4}$$

$$U_3 + I_3 R_4 - I_0 R_4 = E$$

$$I_3 = \frac{E + I_0 R_4 - U_3}{R_4} = \frac{E - U_3}{R_4} + I_0$$

$$I_3 = \frac{E - U_3}{R_4} + I_0 (U_3)$$

$$U_3 = \frac{E}{R_4} = \frac{10}{15} = \frac{2}{3} \text{ В}$$

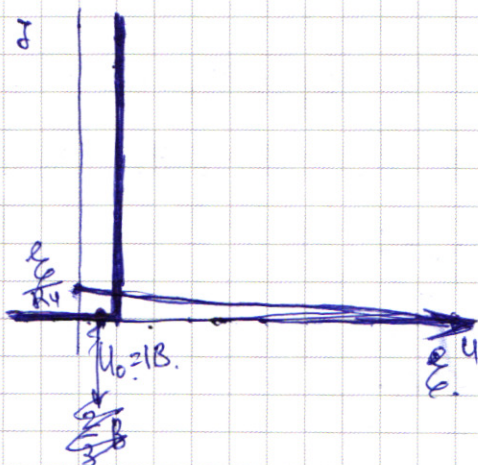
$$\text{если } I_0 > 0, \quad I_0 = I_3 - \frac{E - U_3}{R_4}$$

$$I_3 > \frac{E - I_3 R_3}{R_4}$$

$$I_3 R_4 > E - I_3 R_3$$

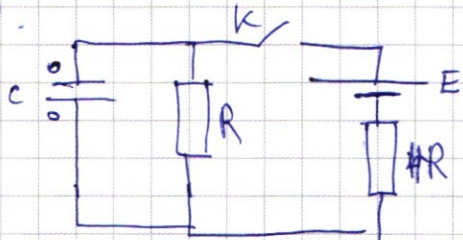
$$I_3 - \frac{E - U_3}{R_4} > 0$$

$$I_3 > \frac{E - U_3}{R_4}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

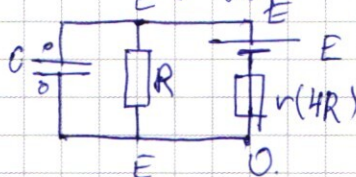
3.)



$W_c' - \max$

$$W_c' = U_c \cdot I_c = U_c \cdot C \cdot \frac{\Delta U_c}{\Delta t}$$

Момент сразу после г. к.

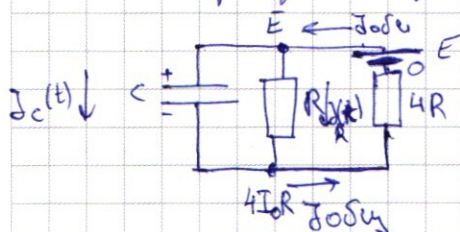


1) $U_c = 0$

$I_R \neq 0$

2)

В произв. м. в р. к.



$$U_c = E - 4I_0 R$$

$$U_R = E - 4I_0 R$$

$$U_c = U_R$$

$$U_c = R \cdot I_R$$

$$I_0 + I_R = I_c + I_R$$

$$U_c = E - 4(I_c + I_R)R = E - 4I_c R$$

$$R \cdot I_R = E - 4I_c R - 4I_R R$$

$$5R \cdot I_R = E - 4I_c R$$

$$I_R = \frac{E}{5R} - \frac{4}{5}I_c$$

$$U_c = R \left(\frac{E}{5R} - \frac{4}{5}I_c \right)$$

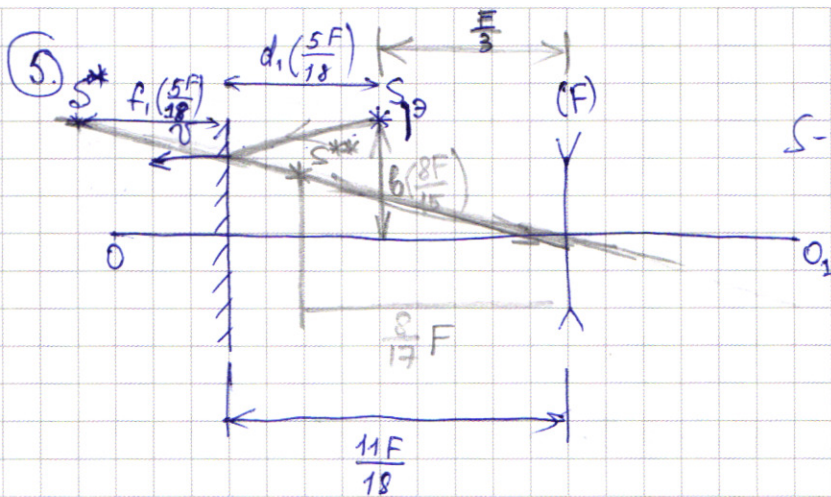
$$U_c = \frac{E}{5} - \frac{4}{5}I_c R$$

$$W_c' = \left(\frac{E}{5} - \frac{4}{5}I_c R \right) I_c = \frac{E \cdot I_c}{5} - \frac{4R}{5} I_c^2$$

$$W_c' \max \left(\frac{E}{5} - \frac{4R}{5} I_c \right) = \frac{E \cdot E}{5 \cdot 8R} = \left(\frac{E}{8R} \right)^2$$

$$U_c = W_c' = \frac{E \cdot E}{5 \cdot 8R} - \frac{4R E^2}{5 \cdot 64R^2} = \frac{E^2}{40R} - \frac{E^2}{90R} = \frac{5E^2}{360R} = \frac{E^2}{72R} ?$$

$$U_c = \frac{W_c'}{I_c} = \frac{E \cdot 8R}{72R \cdot E} = \left(\frac{E}{9} \right)$$



$$d_1 = \frac{11F}{18} - \frac{2FF(6)}{3} =$$

S -группа предмет где зеркало

$$d_1 = \frac{5F}{18}$$

$$d_1 = f_1$$

S^* - минимальное предмет где зеркало

уменьшенное

качественно

S^* - действ. предмет где рассеив. линза.

S^{**} - минимальное предмет, уменьшенное:

$$d_2 = \frac{11F}{18} + f_1 = \frac{5F}{18} + \frac{11F}{18} = \frac{16F}{18} = \frac{8F}{9}$$

по ф. т. линзы

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

$$\frac{1}{f_2} = \frac{8F \cdot 9}{17 \cdot 8F} = \frac{9}{17}$$

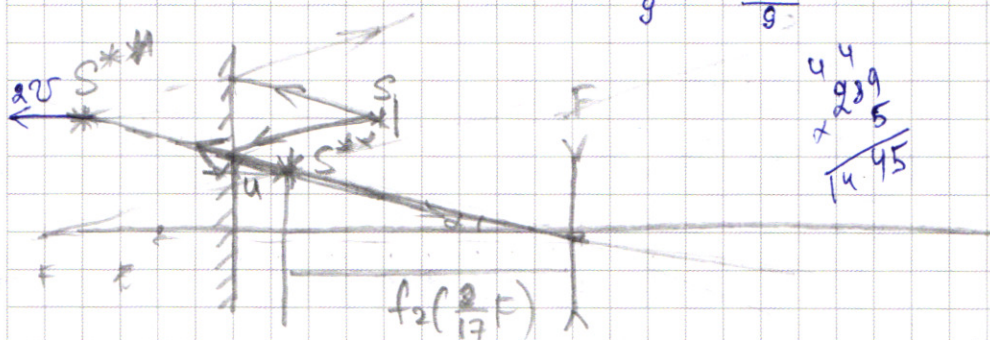
$$-f_2 d_2 = F f_2 - F d_2$$

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

$$f_2 = \frac{F d_2}{F + d_2} = \frac{F \cdot \frac{8F}{9}}{F + \frac{8F}{9}} = \frac{\frac{8}{9} F \cdot F}{\frac{17F}{9}} = \frac{8}{17} F$$

$$\frac{11F}{18} > \frac{8}{17} F$$

$$187 > 144$$



$$\frac{11F}{18} > \frac{8}{17} F$$

$$187 > 144$$



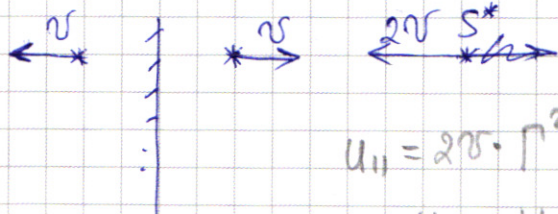
в со Зеркала

в со Зеркала

$$\tan d = \frac{b}{d_2} = \frac{8F \cdot 9}{15 \cdot 8F} = \frac{3}{5}$$

$$\cos d = \frac{3 \cdot 25}{25}$$

$$\cos d = \frac{5}{\sqrt{34}} \quad \sin d = \frac{3}{\sqrt{34}}$$



$$u_{11} = 2v \cdot \Gamma^2 = \frac{2v \cdot 81}{289}$$

$$u_{\perp} = u_{11} \tan d = \frac{2v \cdot 81 \cdot 3}{289 \cdot 5}$$

$$u = \frac{u_{11}}{\cos d}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2)

$i=3$

1-2: $p = \alpha V V^{\gamma}$

①

2-3: $T = \text{const}$ $V \rightarrow$

3-4: $p = \beta V V^{\gamma}$ $\frac{p_3}{p_4} = 1,7$
 $p_3 = 1,7 p_4$

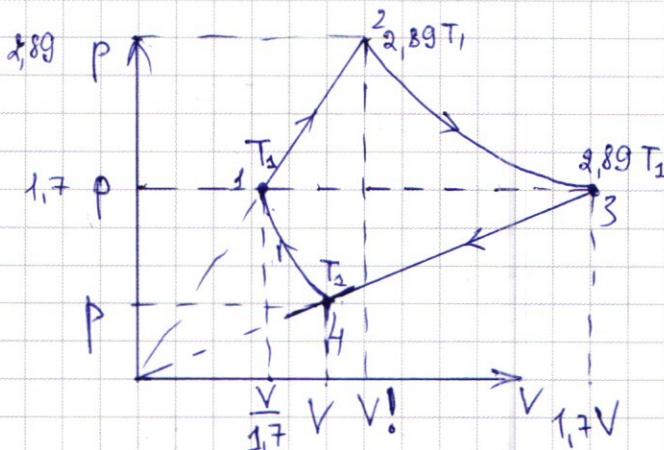
4-1: $T = \text{const}$

$p_1 = p_3$

$p_1 = p_3$

$pV = \nu RT_1$

$2,89 pV = \nu RT_2$



1) $T_{2-3} = 2,89 T_1$

2) д.у.-к. ①: $1,7 p \cdot V_1 = \nu RT_1$

$1,7 p V_1 = \nu RT_1 = p V$

$1,7 \beta p \cdot \beta V_1 = \nu R \cdot 2,89 T_1$

$V_1 = \frac{V}{1,7}$

$\beta^2 \cdot 1,7 p V_1 = \nu R \cdot 2,89 T_1$

$p_1 V = \nu R \cdot 2,89 T_1$

$1,7 p \cdot \frac{V}{1,7} = \nu RT_1$

$1,7 p \cdot \frac{V}{1,7} = \nu RT_1$

$\beta \cdot 1,7 p \cdot \frac{V}{1,7} \beta = 2,89 \nu RT_1$

$pV = \nu RT_1$

$\beta = 1,7$

$\frac{p_1}{p} = 2,89$

$p_1 = 2,89 p$

$\lg \beta = \frac{1,7 p \cdot \frac{1,7 p}{1,7}}{V} = \frac{2,89 p}{V} \lg \alpha = \frac{p}{V}$

2) $\left(\frac{V}{V_1}\right)^{\gamma} = 1$

$pV = \nu RT_1$

3) $Q = c \nu \Delta T = \nu c (T_1 - 2,89 T_1) = -\nu c \cdot 1,89 T_1$

$Q = \Delta U + A_2$

$\Delta U_{34} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - 2,89 T_1) = -\frac{3}{2} \nu R \cdot 1,89 T_1$

$A_2 = -S_{2p} = -\frac{(p + 1,7 p)}{2} \cdot 0,7 V = -(0,35 p V + 1,7 \cdot 0,35 p V)$

$= -0,945 p V = -0,945 \nu RT_1$

$Q = -\frac{3}{2} \nu R \cdot 1,89 T_1 - 0,945 \nu RT_1$

$\nu c \cdot 1,89 T_1 = \frac{3}{2} \nu R \cdot 1,89 T_1 + 0,945 \nu RT_1$

Handwritten calculations for the heat transfer Q:

$$\begin{array}{r} 1,35 \\ 0,7 \\ \hline 0,945 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2,7 \\ 0,35 \\ \hline 0,945 \end{array}$$

$$1,89C = \frac{3}{2} \cdot 1,89R + 0,945R$$

$$189C = \frac{3}{2} \cdot 189R + 94,5R$$

$$C = \frac{3}{2}R + \frac{94,5}{189 \cdot 10}R$$

$$\frac{94,5}{189} = \frac{\cancel{3} \cdot \cancel{3} \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7}{\cancel{3} \cdot \cancel{3} \cdot 3 \cdot 7}$$

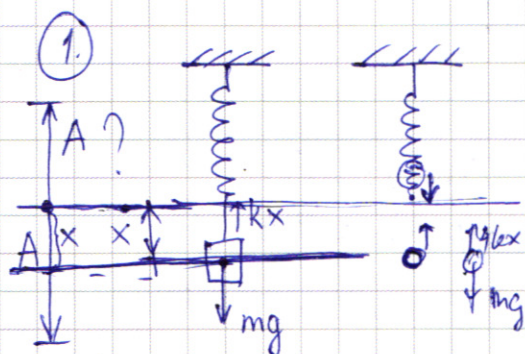
$$C = \frac{3}{2}R + \frac{1}{2}R$$

$$C = 2R!$$

$$0,945 \overline{) 1,89}$$

$$\begin{array}{r} 945 \overline{) 3} \\ 315 \overline{) 3} \\ 105 \overline{) 3} \\ 35 \overline{) 5} \\ \underline{7} \overline{) 7} \\ 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 189 \overline{) 3} \\ 63 \overline{) 3} \\ 21 \overline{) 3} \\ 7 \overline{) 7} \\ 1 \end{array}$$



$$kx_0 = mg$$

$$a = \frac{mg - kx}{m}$$

$$- \frac{mg + 4kx}{m} =$$

В н.р. $a=0$.

$$x = A \sin(\omega t) + B \cos(\omega t) + x_1$$

$$x = A \sin(\omega t) - x \cos(\omega t) + x$$

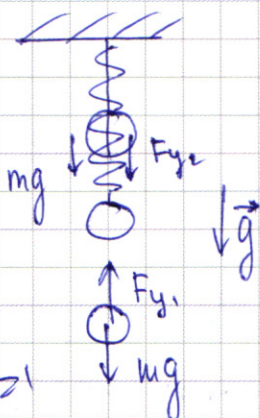
$$ma = mg - kx$$

$$1) x = A \sin(\omega t) - B \cos(\omega t) + B$$

$$a(0) = g \quad x(0) = 0$$

$$v(0) = 0$$

$$0 = A$$



$$\frac{mg + kx}{m} = - \frac{mg - 4kx}{m}$$

$$\frac{kx_0 + kx}{m} = - \frac{kx_0 + 4kx}{m}$$

$$2x_0 = 3x$$

$$x = \frac{2}{3}x_0$$

$$a = \frac{mg + \frac{2}{3}x_0 \cdot k}{m} = \frac{mg + \frac{2}{3}mg}{m} = \frac{5}{3}g$$

$$a_{\text{нормальная}} = x_0$$

$$x = A$$

$$\left(\frac{x_0}{x_{\max}} \right)^2 + 0 = 1$$

$$x_0 = x_{\max}$$

$$v_{\max} = x_{\max}$$

$$\frac{a}{a_{\max}}$$

$$\left(\frac{x}{x_0} \right)^2 + \left(\frac{v}{v_{\max}} \right)^2 = 1$$

$$\left(\frac{g}{\frac{5}{3}g} \right)^2 + \left(\frac{v}{v_{\max}} \right)^2 = 1$$

$$\frac{v^2}{v_{\max}^2} = \left(\frac{5}{9} \right)$$