

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 11-06

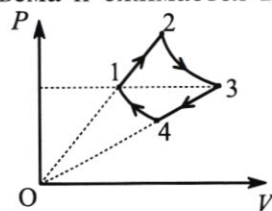
Класс 11

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 2,5 раза, а модули ускорений равны.

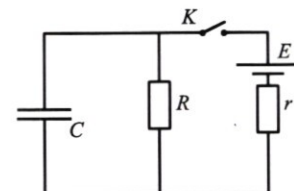
- 1) Найти модуль ускорения в эти моменты.
- 2) Найти отношение кинетических энергий шарика в эти моменты.
- 3) Найти отношение максимальной энергии деформации пружины к максимальной кинетической энергии шарика.

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



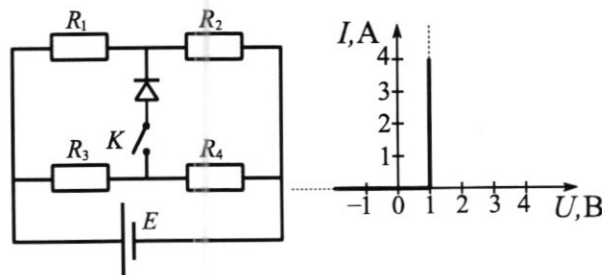
- 1) Найти температуру газа в процессе 2-3.
- 2) Найти отношение объемов газа в состояниях 2 и 4.
- 3) Найти молярную теплоемкость газа в процессе 3-4.

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.



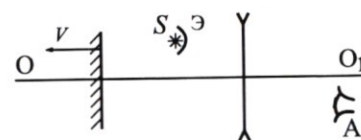
- 1) Найти напряжение на резисторе R сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти заряд конденсатора непосредственно перед размыканием ключа.
- 3) Найти максимальную скорость роста энергии, запасаемой конденсатором.

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 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

N1

1) пусть F_d - сила деформации в момент времени, когда шарик находится в положении А:

$$mg + F_d = ma$$

$$2,5 F_d - mg = ma$$

$$mg + F_d = 2,5 F_d - mg$$

$$1,5 F_d = 2mg$$

$$F_d = \frac{2mg}{1,5} = \frac{4}{3} mg$$

$$\frac{4}{3} mg + mg = ma$$

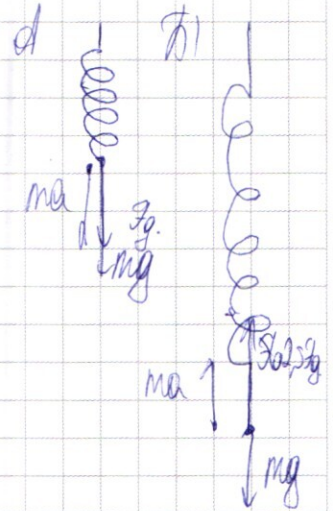
$$a = \frac{7}{3} g$$

2) Движение шарика на пружине описывается уравнением вида $x = x_0 + A \cos(\omega t + \varphi)$, где x_0 - начальная координата, A - амплитуда колебаний, ω - угловая частота и φ - начальная фаза колебаний.

$$v = \dot{x} = -\omega A \sin(\omega t + \varphi), \quad a = \ddot{x} = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi)$$

Если $|a_1| = |a_2|$, то и $|v_1| = |v_2|$, а значит, в моменты времени, которые обратятся на рис. А и Б скорости шарика равны, а значит и кин. энергии равны.

$$\frac{E_1}{E_2} = 1$$



3) Восстановилась законная структура жерми.

$$E_A = E_0 = 0.$$

$$E_0 = -mg \Delta x_1 + \frac{k \Delta x_1^2}{2} + \frac{m v_{\text{max}}^2}{2} = 0$$

$$\Delta x_1 = \frac{mg}{k}$$

$$-\frac{m^2 g^2}{k} + \frac{k}{2} + E_{k_{\text{max}}} = 0.$$

$$E_{k_{\text{max}}} = \frac{m^2 g^2}{2k} \quad v_{\text{max}} = g \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$E_B = -mg \Delta x_2 + \frac{k \Delta x_2^2}{2} \Leftrightarrow -mg(\Delta x_1 + d) + E_{g_{\text{max}}} = 0.$$

$$\frac{m v_{\text{max}}^2}{2} = \frac{k d^2}{2} \quad d = v_{\text{max}} \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{mg}{k}$$

$$E_{g_{\text{max}}} = mg \left(\frac{mg}{k} + \frac{mg}{k} \right) = 2 \frac{m^2 g^2}{k}$$

$$\frac{E_{g_{\text{max}}}}{E_{k_{\text{max}}}} = \frac{2 \frac{m^2 g^2}{k}}{\frac{m^2 g^2}{2k}} = 4.$$

Ответ: $11 \frac{7}{3} g$ и 3) 4 (решение корректировано, см. стр. 7).

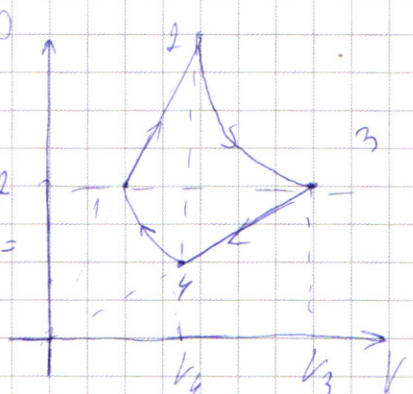
$$1) \begin{matrix} T_1 = T_4 \\ T_2 = T_3 \end{matrix} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{T_4}{T_3}$$

$$V_3 = 1,9 V_4$$

$$p_3 = 2 V_3 \quad p_4 = 2 V_4 \Rightarrow \frac{T_4}{T_3} = \frac{p_3 V_3}{p_4 V_4} = \frac{d V_3^2}{2 V_4^2} = \left| \frac{V_4}{V_3} \right|^2 =$$

$$= 1,9^2 = 3,61$$

$$T_{23} = 3,61 T_1$$



$$p_1 V_1 = p_4 V_4$$

$$p_1 = p_4 = p_3 = 2 V_3$$

$$B V_1 = 2 V_3$$

$$B = 3,61$$

$$p_1 V_1 = 3 \frac{p_3 V_3}{3,61}$$

$$V_3 = 3,61 V_1$$

$$2) p_2 = 3 V_2 \quad p_4 = 2 V_4$$

$$\frac{B V_2}{B V_1} = 3,61 \quad V_2 = 1,9 V_1$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{p_2}{p_4} = \frac{3,61 \Delta V_2}{2 \Delta V_4} = \frac{3,61 \cdot 1,9 V_1}{V_4}$$

$$2 \Delta V_4^2 = 3,61 \Delta V_1^2 \quad V_4 = 1,9 V_1$$

$$p_2 = 3,61 V_4$$

$$p_2 V_2 = 3,61 p_4 V_4 \Rightarrow V_2 = V_4 \Leftrightarrow \frac{V_4}{V_2} = 1$$

$$3) Q = \Delta U$$

$$\Delta U = \frac{1}{2} \Delta V_0 + \frac{1}{2} (\Delta V_0 + \Delta V) \cdot \Delta V = \frac{1}{2} \Delta V_0 + \frac{1}{2} \Delta V_0 \Delta V + \frac{1}{2} \Delta V^2$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} (\Delta V_0 + \Delta V)^2 - \Delta V_0^2$$

$$Q = V_0 \Delta V + \frac{\Delta V^2}{2} + \frac{3}{2} \Delta V_0 \Delta V + \frac{3}{2} \Delta V^2 = 2 \Delta V_0 \Delta V + \Delta V^2$$

$$= 2 \Delta V_0 \Delta V + \frac{\Delta V^2}{2} + 3 \Delta V_0 \Delta V + \frac{3}{2} \Delta V^2 = 4 \Delta V_0 \Delta V + 2 \Delta V^2 = 2 \Delta V_0 \Delta V + \Delta V^2 = 2 \Delta V_0 \Delta V + \frac{\Delta V^2}{2}$$

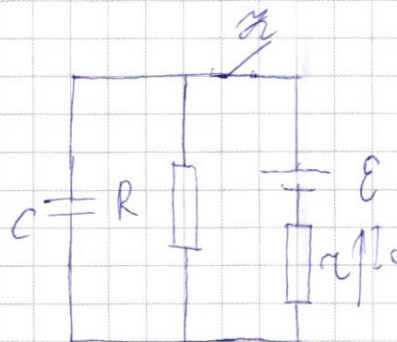
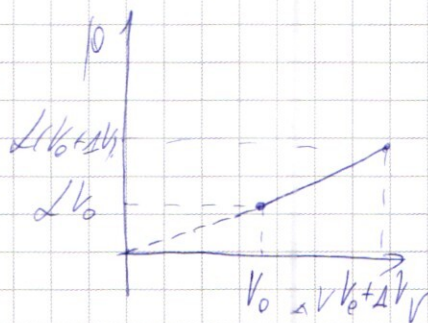
$$= 2 \Delta V_0 \Delta V + \frac{\Delta V^2}{2} \quad \Delta U = \Delta V_0 \Delta V + \frac{\Delta V^2}{2} = \Delta V_0 \Delta V + \frac{\Delta V^2}{2}$$

$$\frac{Q}{\Delta T} = C = 2R$$

$$\text{Answer: } 1) 3,61 T_1; 2) 1; 3) 2R$$

$$1) U_R = U_C$$

$$U_{C0} = 0 \Rightarrow U_R = 0$$



3) Воспользуемся законом сохранения энергии.

$$\mathcal{E}I_0 = I_0^2 r + \frac{(E - I_0 r)^2}{R} + P_c$$

$$P_c = \mathcal{E}I_0 - I_0^2 r - \frac{E^2 - 2I_0 r E + I_0^2 r^2}{R} =$$

$$= \mathcal{E}I_0 - 2RI_0^2 - \frac{E^2}{R} + 4I_0 E - 4I_0^2 R.$$

$$P_c = -6I_0^2 R + 5\mathcal{E}I_0 - \frac{E^2}{R}$$

$$\frac{dP_c}{dI_0} = -12I_0 R + 5E$$

$$I_0 = \frac{5E}{12R}$$

$$P_{c_{\max}} = \mathcal{E} \cdot \frac{5E}{12R} - 6 \cdot \frac{25E^2}{144R} - \frac{E^2}{R} + 4 \cdot \frac{5E}{12R} \cdot E - 4 \cdot \frac{25E^2}{144R} =$$

$$= \frac{13E^2}{12R} - \frac{6 \cdot 25E^2}{144R} - \frac{12 \cdot 13 - 150}{144} \frac{E^2}{R} = \frac{6}{144} \frac{E^2}{R} = \frac{E^2}{24R}$$

$$2) U_c = E - I_0 \cdot 2R = E - \frac{5E}{12R} \cdot 2R = \frac{E}{6} \quad q = [U_c] = \frac{EE}{6}.$$

Ответ: 1) $U_c = 0$ 2) $q = \frac{CE}{6}$ 3) $P_{c_{\max}} = \frac{E^2}{24R}$.

Дано:

$$\mathcal{E} = 12 \text{ В}$$

$$R_1 = 5 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 1 \text{ Ом}$$

$$R_3 = 22 \text{ Ом}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

$$1) I_1 = ?$$

$$2) R_3 = ?$$

$$4) R_3 = ? (P_0 = 3 \text{ Вт})$$

Ищем:

$$I_1(R_1 + R_2) = \mathcal{E}$$

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2} = 2 \text{ А}$$

2) Найдем произведение

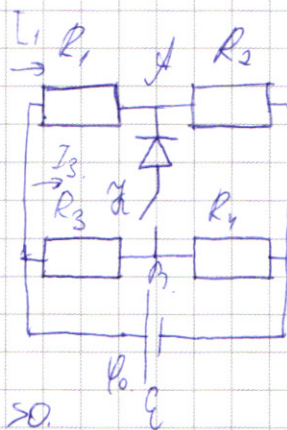
R_3 , при котором $I_0 \ll \frac{E}{R_0}$, $I_0 > 0$.

$$I_3 U_0 - U_A = 1 \text{ В}$$

$$U_0 = U_0 - I_3 R_3$$

$$U_A = U_0 - I_1 R_1$$

$$1 \text{ В} = I_1 R_1 - I_3 R_3$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

$$I_2 \leq \frac{\mathcal{E}}{R_0}$$

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

$$I_1 R_1 = 10 \text{ В}$$

$$9 \text{ В} = \frac{12 \text{ В}}{R_3 + 22 \text{ Ом}} \cdot R_3$$

$$9 \cdot 22 \text{ Ом} = 3 R_3$$

$$9 R_3 + 22 \text{ Ом} = 12 R_3$$

$$R_3 = 66 \text{ Ом}$$

При $R_3 \neq 66 \text{ Ом}$ $I_D = 0,4 \text{ А}$

3) $P_D = U_D \cdot I_D$ $I_D = 3 \text{ А}$

$$\begin{cases} I_1 R_1 + (I_1 + I_D) R_2 = \mathcal{E} \\ I_3 R_3 + (I_3 - I_D) R_4 = \mathcal{E} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_1 (R_1 + R_2) = \mathcal{E} - I_D R_2 \\ I_3 = \frac{\mathcal{E} - I_D R_4}{R_3 + R_4} \end{cases}$$

$$I_3 = \frac{78 \text{ В}}{R_3 + 22 \text{ Ом}}$$

$$I_3 R_3 = I_1 R_1 - 1 \text{ В}$$

$$\frac{78}{R_3 + 22 \text{ Ом}} R_3 = 6,5 \text{ В}$$

$$78 R_3 = 6,5 R_3 + 143 \quad R_3 = 2 \text{ Ом}$$

Ответ: 1) 2 А 2) $R_3 \leq 66 \text{ Ом}$ 3) $R_3 = 2 \text{ Ом}$

2) $\sigma_{\text{эфф}} = \sqrt{2} \cdot 20 = f'$
 $\sigma_y = f' = \sqrt{2} \cdot 20$

$$f = \frac{v}{d} \quad f' = \frac{v'}{d'} = \frac{v \cdot d - d' \cdot f}{d^2} = \frac{20 \cdot \frac{f^2}{d^2} d - 20 f}{d^2} = \frac{20 f \left(\frac{f}{d} - 1 \right)}{d^2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\sigma_y = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_z^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5^2}{144} + \frac{16^2}{15^2}} = \sqrt{\frac{1156 + 750^2}{4335}}$$

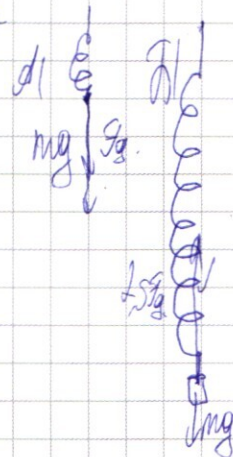
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{8 \cdot 6}{25 \cdot 15} = \frac{8 \cdot 12^2}{15 \cdot 25} = \frac{2^3}{3^2} \cdot \frac{1 \cdot 2}{25 \cdot 5} = \frac{2312}{375}$$

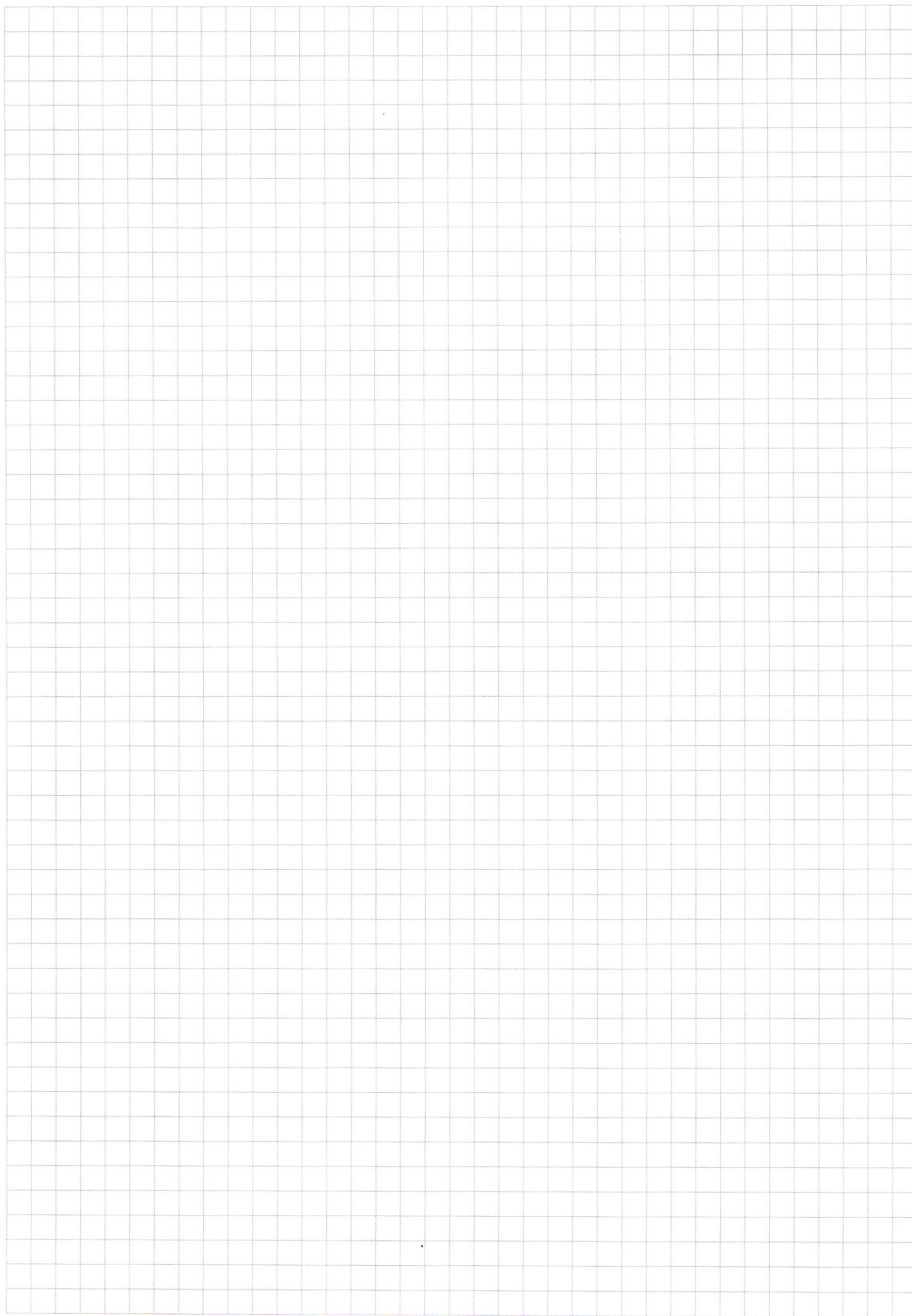
Ответ: 1) на любые 2) $\sigma_y = \frac{\sqrt{1156 + 750^2}}{4335}$ 3) $\frac{2312}{375} = \operatorname{tg} \alpha$

1,2) данная ситуация невозможна.

Мариш будет останавливаться в решетке, когда пружина деформирована. Жалит, что ситуация на рис. А исключена, что дает подробное отношение сил протекания условия.

Ответ 1,2) данная ситуация невозможна.





☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{aligned} 1. \quad 2,5k \Delta x - mg &= ma & 3,5k \Delta x - 2ma \\ k \Delta x + mg &= ma & ma = \\ 2,5k \Delta x - mg &= \underline{3,5k \Delta x} \cdot | : 2 \\ 5k \Delta x - 2mg &= 3,5k \Delta x \\ 2mg &= 1,5k \Delta x & k \Delta x = \frac{2}{7} mg = \frac{4}{3} mg \\ \frac{4}{2} k \cdot \frac{4}{3} mg &= 2ma & a = \frac{4}{3} g \end{aligned}$$

$$I_2(R_2 + R_4) = I_3 R_4 - IB - \frac{I_3 R_3 R_2}{R_1} + IB \frac{R_1}{R_2} \quad \frac{I_3}{R_2} \quad \frac{I_3}{R_2}$$

2. X 1

$$T_1 = T_4$$

$$T_4 = \frac{p_4 V_4}{\nu R} \quad T_3 = \frac{10^2 p_4 V_4}{\nu R} = 10^2 \cdot T_4 = T_0 = 10^2 T_1 = 3,61 T_1$$

$$2 \times 3,6 V_1 = V_3 \quad V_2 = 1,9 V_1$$

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

$$T_2 = \frac{L^2 p_1 v_1}{2R}$$

Problem 1. 2) $dQ = p dV + \frac{3}{2} d(pV)$ ~~$dQ = p dV + \frac{3}{2} d(pV)$~~
 ~~$A = \frac{d(V_1 + V_2 + 4V)}{2} \cdot \Delta V = A = \frac{3}{2} p \Delta V$~~
 ~~$= \frac{2V_1 + 4V}{2} \Delta V$~~
 ~~$dQ = \frac{p}{2} +$~~

$$1. I_0 = \frac{E}{R_1 + R_2} \quad U_0 = I_0 R_1 = \frac{E R_1}{R_1 + R_2} \quad I_0 = \frac{E}{R_1 + R_2} \quad U_0 = 0.$$

$$2. P = UI \quad E I_0 = I_0 U + \frac{I_0^2 R}{2}$$

$$P = \frac{U I_0}{E} \quad E I_0 = I_0 U + \frac{I_0^2 R}{2} + P$$

$$P = -I_0^2 R + E I_0 - \frac{E^2}{2R} + 2 I_0 \frac{E}{R} + I_0^2 \frac{R}{2}$$

$$= -I_0^2 R + E I_0 - \frac{E^2}{2R} + 2 I_0 \frac{E}{R} + I_0^2 \frac{R}{2} =$$

$$= -I_0^2 \left(R + \frac{R}{2} \right) + I_0 \left(E + 2 \frac{E}{R} \right) - \frac{E^2}{2R}$$

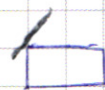
$$P' = -2 I_0 \left(R + \frac{R}{2} \right) + E \left(1 + 2 \frac{R}{R} \right) = 0.$$

$$2 I_0 \left(R + \frac{R}{2} \right) = E \left(1 + 2 \frac{R}{R} \right)$$

$$I_0 = \frac{E \left(1 + 2 \frac{R}{R} \right)}{2 \left(R + \frac{R}{2} \right)}$$

$$\begin{array}{r} 13 \\ 12 \\ \hline 26 \\ 13 \\ \hline 156 \end{array}$$

$$I_3 R_3 = E$$



$$I_1 R_1 + I_1 + I_1 R_2 = E.$$

$$I_3 R_3 + I_3 - I_1 R_4 = E.$$

$$I_3 R_3 + 1 \Omega = I_1 R_1, \quad I_1 = \frac{I_3 R_3 + 1 \Omega}{R_1}$$

$$I_1 = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{24}{6} = 4 \text{ A}$$

$$24 - 50 \text{ mV} = 10 \text{ B}$$

$$\frac{I_3 R_3}{R_1} \cdot I_3 R_3 + 1 \Omega$$

$$1. \frac{R_1 + R_2 (R_3 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}$$

$$1. E = (R_1 + R_2) I_1$$

$$2. U_d = U_0 - \frac{E}{R_1 + R_2} \cdot R_1$$

$$U_B = U_0 - \frac{E}{R_3 + R_4} \cdot R_3$$

$$U_B - U_d \geq 1 \text{ B}$$

$$\frac{E}{R_3 + R_4} R_1 - \frac{E}{R_3 + R_4} R_3 \geq 1 \text{ B}$$

$$\frac{E R_3}{R_3 + R_4} \geq 9 \text{ B}$$

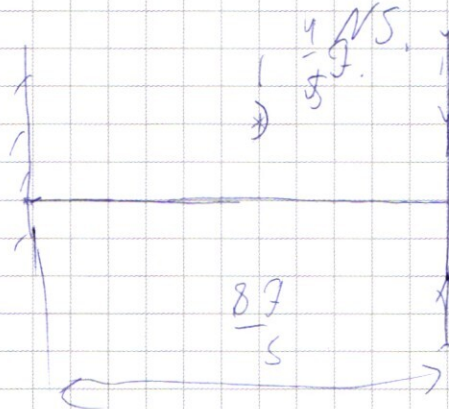
$$P_d = I_d \cdot 1 \text{ B}$$

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

$$2 \text{ B} R_3 \geq 9 \text{ B} (R_3 + 22 \text{ mV})$$

$$3 \text{ B} \cdot R_3 \geq 8 \text{ B} \cdot 22 \text{ mV} \quad R_3 \geq 66 \text{ mV}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$I_1 R_1 + (I_1 + I_0) R_2 = 0 \quad 12$$

$$I_3 R_3 + (I_3 - I_0) R_4 = 0 \quad 12$$

$$I_1 R_1 = I_3 R_3 + 1$$

$$I_1 = \frac{I_3 R_3}{R_1} + \frac{1}{5}$$

$$I_3 R_3 + 1 + \left(\frac{I_3 R_3}{R_1} + \frac{1}{5} + I_0 \right) \cdot 12 = 12$$

$$I_3 R_3 \left(1 + \frac{1}{5} \right) + I_0 = \frac{108}{10}$$

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

$$1 + \frac{I_3 R_3}{5} + \frac{1}{5} + I_0 = I_3 R_3 + R_4 - I_0 R_4$$

$$23 I_0 + \frac{6}{5} = I_3 \left(\frac{6 R_3}{5} + 22 \right)$$

$$I_0 = \frac{I_3 \left(\frac{6}{5} R_3 + 22 \right) - \frac{6}{5}}{23}$$

$$I_3 R_4 + (I_3 R_4 / 1 - \frac{6}{5} R_3 + 22$$

$$\frac{12 - 3 \cdot 12}{6} = 15$$

$$12 - 22 \cdot 3 = 66 - 12 = 78$$

$$15 \cdot 5 = 75$$

$$d = \frac{87}{5} + \frac{47}{5} = \frac{127}{5} \quad - \frac{1}{7} = \frac{5}{127} + \frac{1}{7}$$

$$\frac{1}{7} = -\frac{1}{5} - \frac{5}{127} = \frac{-12-5}{127} = -\frac{17}{127}$$

$$\Gamma = \frac{\frac{17}{127}}{\frac{127}{5}} = \frac{17.5}{127}$$

$$10 + I_3 \cdot I_3 \cdot 12 = 10$$

$$I_0 \cdot 23 = I_3 \cdot 22 - 1 - I_3 R_3 \cdot \frac{5}{12} - 12 \cdot \frac{5}{12}$$

$$I_0 \cdot 23 = I_3 (22 - R_3 \cdot \frac{5}{12}) - \frac{17}{12}$$

$$I_3 R_3 + \frac{8 I_3 R_3}{12} - \frac{5}{12} I_3 R_3 + \frac{5}{12} + \frac{I_3 (22 - R_3 \cdot \frac{5}{12}) - \frac{17}{12}}{23}$$

$$78 - 6.5 = 71.5$$

$$\begin{array}{r} 75 \\ + 75 \\ \hline 150 \end{array}$$

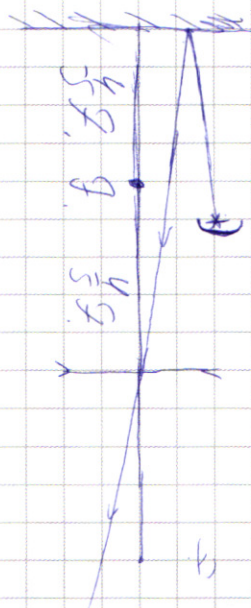
$$\begin{array}{r} 65 \\ 22 \\ \hline 130 \\ 130 \\ \hline 1430 \end{array}$$

$$\frac{1}{1 + \frac{5}{129}} = \frac{1}{1.03876} = 0.96258$$

$$y=0$$

$$VR - IT = \cancel{\Delta V_0} + \cancel{\Delta V_0}^2 - \cancel{V_0^2} = \Delta V^2 - V^2 = \Delta V^2 - (\Delta V + V_0)^2 = \Delta V^2 - \Delta V^2 - 2\Delta V V_0 - V_0^2 = -2\Delta V V_0 - V_0^2$$

$$x_{\text{mean}}^2 = x^2$$



110

$$0 = -\frac{m^2 \phi^2}{2} + k \frac{d\phi^2}{dt} + \frac{m \phi^2}{2}$$

$$\frac{m_2}{2} = \frac{m_1}{2}$$

$$O = m_0 \left(\frac{d}{dt} - \frac{m_0}{E} \right) + k \frac{d}{2}$$

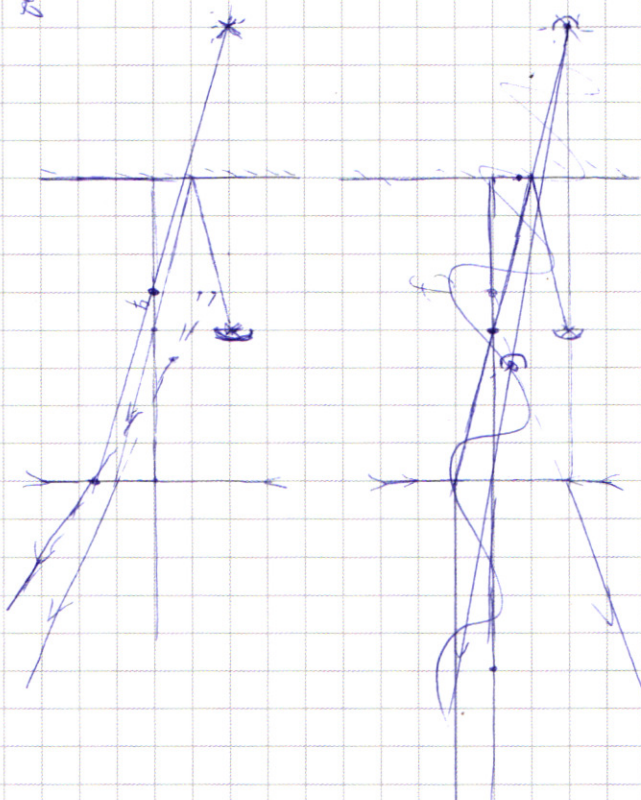
$$0 = \frac{m_1 g}{2} + k \frac{1}{2}$$

$$= \frac{m^2 \omega^2}{2} + \frac{\hbar^2 \omega^2}{2} = \hbar^2 \omega^2$$

$$d = \frac{-m_0 + \sqrt{3}m_0}{2} = \frac{m_0(\sqrt{3}-1)}{2}$$

$$O = \frac{m^2 \sigma^2}{\frac{d^2}{dt^2} \sqrt{3-1}} - \frac{m^2 \sigma^2}{\frac{d^2}{dt^2} \sqrt{3-1}}$$

$$= \frac{(m_0)^2}{k} \sqrt{3} - a + \frac{(m_0)^2}{k} (2 - \sqrt{3})$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\Gamma = \frac{\gamma}{\lambda} \quad \gamma = \Gamma \lambda$$

$$\gamma' = \Gamma' \lambda \quad v = \Gamma' \lambda$$

$$d = \frac{12}{5} \Gamma \quad -\frac{1}{\Gamma} = +\frac{5}{12\Gamma} + \frac{1}{\ell} \quad \Gamma = \frac{\ell}{\Gamma}$$

$$\ell = -\frac{1}{\Gamma} + \frac{5}{12\Gamma} = -\frac{17}{12} \Gamma$$

$$\ell = -\frac{12}{17} \Gamma$$

$$d' = 2v$$

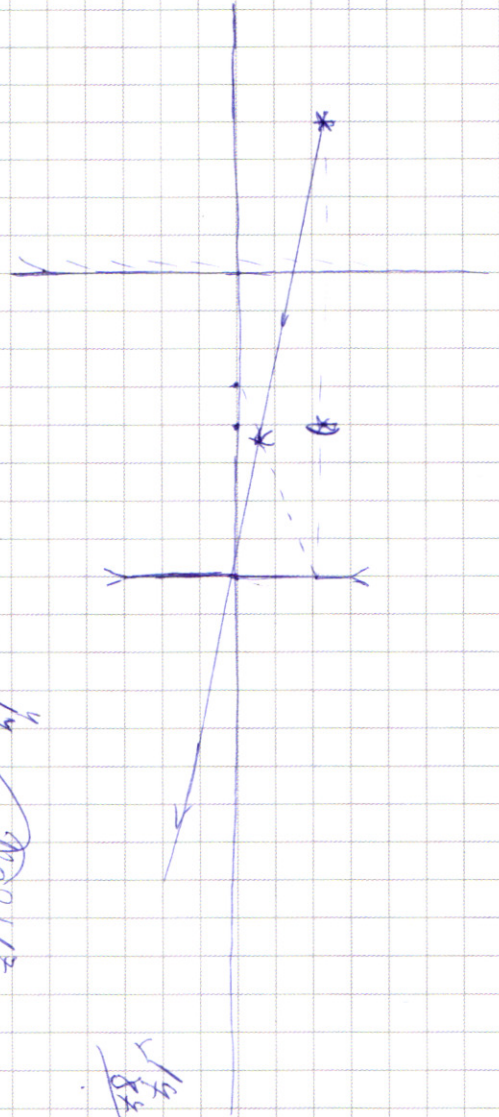
$$d' = \left(\frac{-\Gamma d \Gamma'}{\Gamma - \Gamma'} \right)'$$

$$\frac{1}{d} = -\frac{1}{\Gamma} - \frac{1}{\ell}$$

$$\frac{1}{d} = -\frac{\ell \Gamma}{\Gamma \ell}$$

$$d = -\frac{\Gamma \ell}{\Gamma + \ell}$$

$$d' = -\left(\frac{\Gamma \ell}{\Gamma + \ell} \right)' = -\left(\frac{\Gamma \ell' (\Gamma + \ell) - \ell \Gamma' (\Gamma + \ell)}{\Gamma + \ell} \right) = -\left(\frac{\ell' \Gamma^2}{\Gamma + \ell} \right) = -\ell' \frac{\Gamma^2}{\Gamma + \ell}$$



$$13 \cdot 2 = 26$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ 34 \\ \hline 136 \\ 101 \\ \hline 237 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 125 \\ 125 \\ \hline 250 \end{array}$$

$$h = \sqrt{h} \quad y = h' = \sqrt{h'} = h \sqrt{1}$$

$$y = 20 \sqrt{2} \quad \sqrt{2} = \sqrt{2} \quad \sqrt{1} = \left(\frac{1}{1} \right) = 1$$

$$15 \cdot 25 = 5 \cdot 5 \cdot 3 = 5 \cdot 3$$

$$\begin{array}{r} 119 \\ 119 \\ \hline 1309 \end{array}$$

1309

$$\frac{12}{5} \cdot \frac{5}{12} = \frac{12}{142} = \frac{12 \cdot 2}{142} = \frac{24}{142}$$

$$\begin{array}{r} 119 \\ 119 \\ \hline 1309 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \cdot 5^4 \cdot 4^2 \\ 134 \cdot 3 \cdot 5^2 \\ \hline 3 \cdot 4 \cdot 5^6 + 134 \cdot 4^2 \end{array}$$

$$\frac{25}{172} \cdot \frac{12}{5} = \frac{25 \cdot 12}{172 \cdot 5} = \frac{300}{860} = \frac{30}{86} = \frac{15}{43}$$

$$\begin{array}{r} 33 \\ 289 \\ \hline 1156 \end{array}$$

$$6 \cdot 125 = 750$$

$$\begin{array}{r} 1445 \\ 1445 \\ \hline 2890 \end{array}$$