

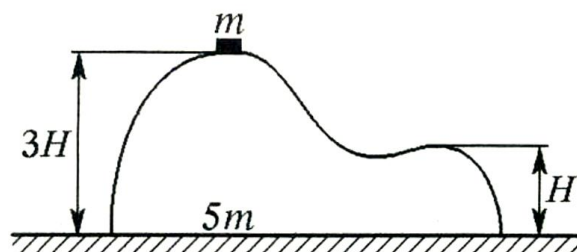


РЕШЕНИЯ

ВАРИАНТ 1

Задача 1.

На систему тел «шайба + горка» действуют внешние силы (тяжести и реакции стола), направленные по вертикали, поэтому проекция импульса системы на горизонтальную ось Ox системы отсчёта, связанной со столом, сохраняется.



$$mV - 5mV_0 = 0$$

$$mg3H = \frac{mV^2}{2} + \frac{5mV_0^2}{2} + mgH$$

$$2g3H = \frac{V^2}{2} + \frac{5V^2}{2 \cdot 25} = \frac{6}{10}V^2$$

$$V = \sqrt{\frac{10}{3}gH}$$

Задача 2.

$$ma_x = -IBl + mg - 2k(x + x_0)$$

$$mg = 2kx_0$$

$$\frac{q}{C} = Bv_x l$$

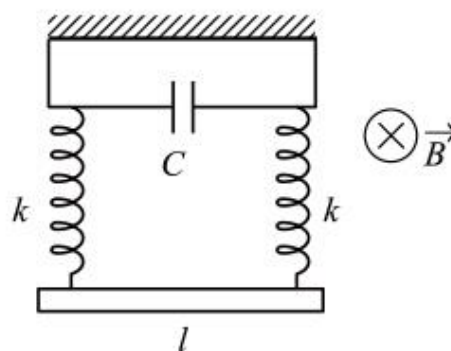
$$\frac{q'}{C} = Bv'_x l, \quad q' = I, \quad v'_x = a_x$$

$$I = CBa_x l$$

$$ma_x = -CB^2 l^2 a_x - 2kx$$

$$a_x = -\frac{k}{m + CB^2 l^2} x$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2k}{m + CB^2 l^2}}$$





$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m + CB^2l^2}{2k}}$$

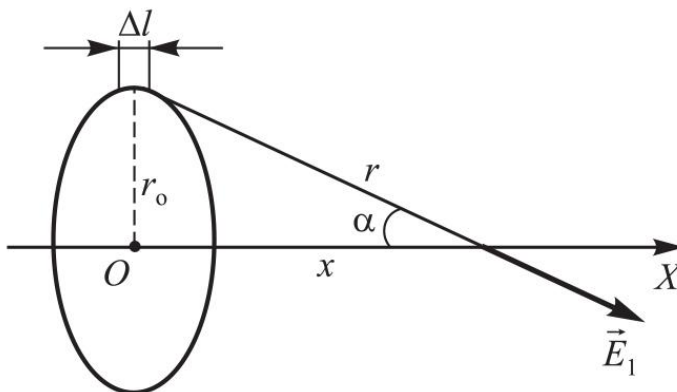
Задача 3.

$$E_1 = \frac{k\gamma\Delta l}{\varepsilon_0 r^2} \quad r = \sqrt{r_0^2 + x^2}$$

$$E_{1x} = k \frac{\gamma\Delta l}{r^2} \cos \alpha \quad \cos \alpha = \frac{x}{r}$$

$$E_{1x} = k \frac{\gamma\Delta l}{r^3} x$$

$$E = E_x = k \frac{\gamma 2\pi r_0 x}{r^3} = \frac{\gamma r_0 x}{2\varepsilon_0 (r_0^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}$$



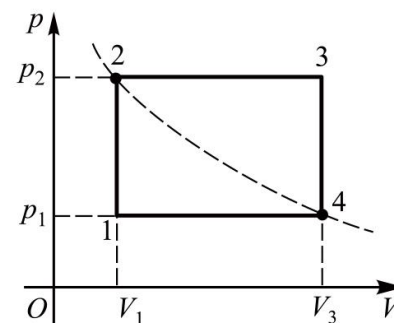
Задача 4.

Состояние 1 – параметры p_1, V_1, T_1 ,

состояние 2 – p_2, V_1, T_2 ,

состояние 3 – p_2, V_2, T_3 ,

состояние 4 – p_1, V_2, T_4 ($T_4 = T_2$).



$$A' = (p_2 - p_1)(V_2 - V_1) = (p_1 V_1) \left(\frac{p_2}{p_1} - 1 \right) \left(\frac{V_2}{V_1} - 1 \right)$$

$$p_2 V_1 = p_1 V_2; \quad p_2 V_1 = RT_2; \quad p_1 V_2 = RT_1$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_3}{T_2} \Rightarrow \frac{p_2 V_1}{p_1 V_2} = \frac{T_2^2}{T_1 T_3} = 1$$

$$T_2 = \sqrt{T_1 T_3}$$



$$A' = p_1 V_1 \left(\frac{T_2}{T_1} - 1 \right) \left(\frac{T_3}{T_2} - 1 \right)$$

$$A' = RT_1 \left(\sqrt{\frac{T_3}{T_1}} - 1 \right)^2$$

Задача 5.

Действительное изображение

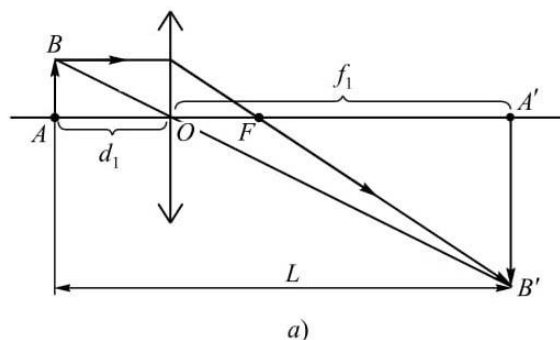
$$L = d_1 + f_1$$

$$0,72 = d_1 + f_1$$

$$3 = \frac{f_1}{d_1} \quad d_1 = 0,18 \text{ м}, f_1 = 0,54 \text{ м}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1}$$

$$F = \frac{d_1 f_1}{d_1 + f_1} = 0,135 \text{ м}$$



Мнимое изображение

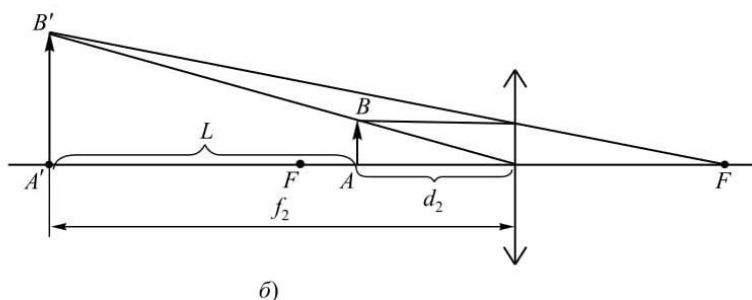
$$f_2 - d_2 = 0,72 \text{ м}$$

$$\Gamma = \frac{f_2}{d_2} = 3$$

$$d_2 = 0,36 \text{ м}, f_2 = 1,08 \text{ м}$$

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

$$F = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} = 0,54 \text{ м}$$





РЕШЕНИЯ

ВАРИАНТ 2

Задача 1.

$$F_x = \frac{2}{3} mg \sin \alpha = \frac{2 \cdot 3}{3 \cdot 5} mg = \frac{2}{5} mg$$

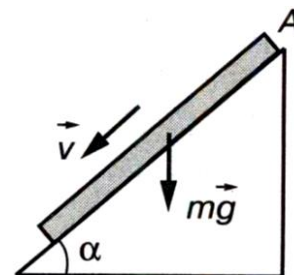
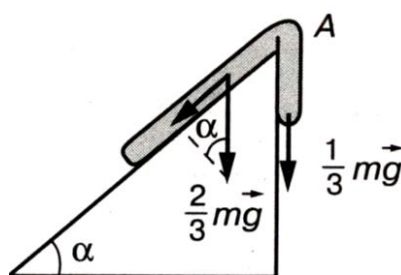
$$E_1 = E_{n1} = -\frac{2}{3} mg \frac{1}{3} l \sin \alpha + \left(-\frac{1}{6} \cdot \frac{1}{3} mgl \right) = -\frac{2}{9} \cdot lmg \sin \alpha - \frac{1}{18} mgl$$

$$E_2 = E_{n2} + E_{\kappa 2} = -mg \frac{l}{2} \sin \alpha + \frac{mv^2}{2}$$

$$E_1 = E_2$$

$$-mg \frac{l}{2} \sin \alpha + \frac{mv^2}{2} = -\frac{2}{9} \cdot lmg \sin \alpha - \frac{1}{18} mgl$$

$$v = \frac{1}{3} \sqrt{(5 \sin \alpha - 1) gl} = 2 \text{ м / с}$$



Задача 2.

$$mg = (p_0 - p_{\text{атм}})S$$

$$ma_x = -(p - p_{\text{атм}})S$$

$$p_0 Sl = p(l - h)S$$

$$p = \frac{p_0 l}{l - x} = \frac{p_0}{1 - x/l} \approx p_0(1 + x/l)$$

$$ma_x = -p_0(1 + x/l)S + p_{\text{атм}}S + mg$$

$$ma_x = -\frac{p_0 S}{l} x \quad a_x = -\omega^2 x$$

$$\omega = \sqrt{\frac{p_0 S}{lm}} = \sqrt{\frac{mg + p_{\text{атм}} S}{lm}}$$

Уравнение колебаний поршня :

$$x = h \cos \sqrt{\frac{mg + p_{\text{атм}} S}{lm}} t$$

Задача 3.



$$C_1 = \frac{\varepsilon_0 S'}{d} = \frac{\varepsilon_0 S}{2d},$$

$$C_2 = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{2d},$$

$$C = C_1 + C_2 = \frac{\varepsilon_0 S}{2d} \cdot (\varepsilon + 1).$$

$$\Delta C = C - C_0 = \frac{\varepsilon_0 S}{2d} \cdot (\varepsilon + 1) - \frac{\varepsilon_0 S}{d} = \frac{\varepsilon_0 S}{2d} \cdot (\varepsilon - 1) = 2,21 \cdot 10^{-12} \Phi.$$

$$\varepsilon > 1, \Delta C > 0,$$

$$\Delta W = \frac{CU^2}{2} - \frac{C_0 U^2}{2} = \frac{\Delta C U^2}{2},$$

$$\Delta W = \frac{\varepsilon_0 S (\varepsilon - 1)^2 U^2}{2d} = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Дж.}$$

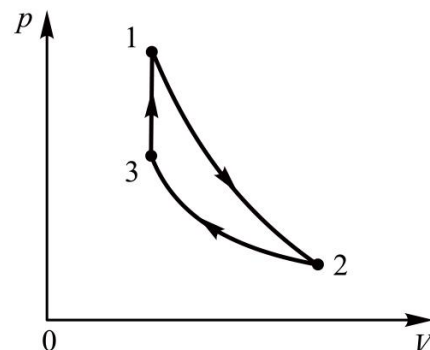
Задача 4.

$$\eta = A / Q$$

$$A = A_{12} - |A_{23}| = \frac{3}{2} R \Delta T - |A_{23}|$$

$$Q = \Delta U_{31} = \frac{3}{2} R \Delta T$$

$$\eta = \frac{\frac{3}{2} R \Delta T - |A_{23}|}{\frac{3}{2} R \Delta T} 100\% = \frac{1,5 \cdot 8,31 \cdot 200 - 1000}{1,5 \cdot 8,31 \cdot 200} 100\% \approx 60\%$$



Задача 5.



Действительное изображение

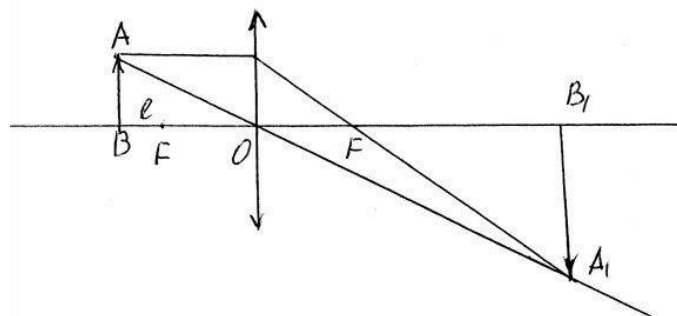
$$d_1 = F + l$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F+l} + \frac{1}{f_1}$$

$$f_1 = \frac{F(F+l)}{l}$$

$$\Gamma_1 = \frac{H_1}{h} = \frac{f_1}{d_1}, \quad H_1 = \frac{f_1 h}{d_1} = \frac{F(F+l)h}{l(F+l)}$$

$$\frac{Fh}{l} = 0,15\text{м}$$



Мнимое изображение

$$d_2 = F - l$$

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

$$H_2 = \frac{Fh}{l}$$

$$H = \frac{0,3 \cdot 0,05}{0,1} \text{м} = 0,15\text{м}$$

