

№1.

Дано:

$$v^2 = 10 \text{ м/с}$$

$$v_0 = 8 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$h = 2,6 \text{ м}$$

$$L = ?$$

$$v_{\text{вс}} = ?$$

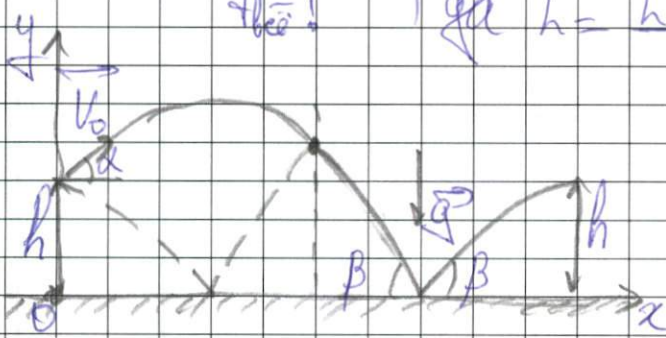
Решение.

Поскольку шар абсолютно упругий и отражается  $\Rightarrow$  можно

перерисовать рисунок и вести расчеты по нему. Тогда

за  $h = h_{\text{ном}}$ . Также при абсолютно

упругом отражении угол падения равен углу отражения



$$v_x = v_0 \cos \alpha + g t; \quad v_y = v_0 \sin \alpha - g t, \quad x = x_0 + v_0 \cos \alpha t + \frac{g x t^2}{2},$$

$$y = y_0 + v_0 \sin \alpha t + \frac{g y t^2}{2}$$

$$v_x = v_0 \cos \alpha, \quad v_y = v_0 \sin \alpha - g t, \quad x = v_0 t \cos \alpha, \quad y = h + v_0 t \sin \alpha - \frac{g t^2}{2}$$

$$1) t = t_{\text{ном}}, \quad y = 0$$

$$h + v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} = 0 \quad | \cdot (-1)$$

$$\frac{g t^2}{2} - v_0 t \sin \alpha - h = 0$$

$$\frac{10 t^2}{2} - 8 t \sin 60^\circ - 2,6 = 0$$

$$5 t^2 - 8 t \sin \frac{\sqrt{3}}{2} - 2,6 = 0$$

$$5 t^2 - 4 \sqrt{3} t \sin - 2,6 = 0$$

$$D_1 = \left(\frac{b}{2}\right)^2 - ac; \quad D_1 = \left(\frac{-4\sqrt{3}}{2}\right)^2 - 5 \cdot (-2,6) = (-2\sqrt{3})^2 + 13 =$$

$$= 4 \cdot 3 + 13 = 12 + 13 = 25$$

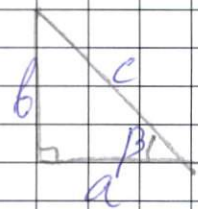
$$v_{max,1,2} = \frac{-\frac{g}{2} \pm \sqrt{D_1}}{a}; \quad v_{max,1,2} = \frac{-\frac{4,9}{2} \pm \sqrt{25}}{5} = \frac{2\sqrt{3} - 5}{5}$$

$$2\sqrt{3} < 5 \Rightarrow 2\sqrt{3} - 5 < 0 \Rightarrow v_{max} = \frac{2\sqrt{3} + 5}{5} \approx 1,69 \text{ m/s}$$

$$2) \downarrow \beta = \frac{|v_y|}{v_x} = \frac{|v_0 \sin \alpha - g t|}{v_0 \cos \alpha}; \quad \downarrow \beta = \frac{|8 \text{ m/s} \cdot \sin 60^\circ - 10 \text{ m/s}^2 \cdot 1,69 \text{ s}|}{8 \text{ m/s} \cdot \cos 60^\circ} =$$

$$\approx \frac{|8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 16,9 \text{ m/s}|}{8 \cdot \frac{1}{2}} = \frac{|4\sqrt{3} - 16,9|}{4} = \frac{|4\sqrt{3} - 16,9|}{4} \approx \frac{10}{4} = \frac{5}{2}$$

$$\downarrow \beta = \frac{5}{2} \quad \downarrow \beta = \frac{\sin \beta}{\cos \beta} = \frac{b}{a} = \frac{a}{b}$$



По теореме Пифагора

$$c^2 = b^2 + a^2; \quad c = \sqrt{5^2 + 2^2} = \sqrt{25 + 4} = \sqrt{29} \Rightarrow$$

$$\sin \beta = \frac{b}{c}; \quad \sin \beta = \frac{5}{\sqrt{29}}; \quad \cos \beta = \frac{a}{c}; \quad \cos \beta = \frac{2}{\sqrt{29}}$$

$$3) V = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{(v_0 \cos \alpha)^2 + (v_0 \sin \alpha - g t_{max})^2};$$

$$V = \sqrt{(8 \cdot \cos 60^\circ)^2 \text{ m}^2/\text{s}^2 + (8 \text{ m/s} \cdot \sin 60^\circ - 10 \text{ m/s}^2 \cdot 1,69 \text{ s})^2} =$$

$$\approx \sqrt{\left(\frac{8}{2}\right)^2 + (8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 16,9)^2} \text{ m}^2/\text{s}^2 = \sqrt{4^2 + (4\sqrt{3} - 16,9)^2} \text{ m}^2/\text{s}^2 =$$

$$= \sqrt{4^2 + (-10)^2} = \sqrt{16 + 100} \text{ m}^2/\text{s}^2 = \sqrt{116} \text{ m}^2/\text{s}^2 \approx 10,8 \text{ m/s}$$

$$4) \downarrow = v_{max}, \quad h_1 = x_1 = v_{0y} \cdot t_{max} + a \cdot t_{max}^2;$$

$$h_1 = 8 \text{ m/s} \cdot 1,69 \text{ s} + \cos 60^\circ = 13,52 \cdot \frac{1}{2} \text{ m} \approx 6,76 \text{ m}$$

$$5) \downarrow = v_{max}, \quad y_2 = h_1, \quad y_{02} = 0 \Rightarrow h = v_0 \sin \beta \cdot t_{max} - \frac{g t_{max}^2}{2}$$

$$\frac{g t_{max}^2}{2} - v_0 \sin \beta \cdot t_{max} + h = 0$$

$$\frac{10 t_{max}^2}{2} - 10,8 \cdot \frac{5}{\sqrt{29}} \cdot t_{max} + 2,6 = 0$$

$$5 t_{max}^2 - 19,03 t_{max} + 2,6 = 0$$

$$D = b^2 - 4ac, \quad D = (-19,03)^2 - 4 \cdot 5 \cdot 2,6 = 100,6 - 52 = 48,6$$

$$t_{max,1,2} = \frac{-(-19,03) \pm \sqrt{48,6}}{2 \cdot 5} \text{ s} = \frac{19,03 \pm 6,97}{10} \text{ s} = \frac{17}{10} \text{ s}; \quad \frac{3,06}{10} \text{ s} = 0,306 \text{ s}$$

6)  $h = h_{гор}$ ,  $h_2 = x_2 = v_0 \cos \beta \cdot t_{гор}$

$h_2 = 9,8 \text{ м/с} \cdot \frac{2}{\sqrt{2}} \cdot 0,306 \text{ с} \approx 1,23 \text{ м}$

7)  $v_{вс} = v_{гор} + v_{гор}$ ,  $v_{вс} = (1,69 + 0,306) \text{ с} = 1,996 \text{ с} \approx 2 \text{ с}$

8)  $h_{наил} = h_1 + h_2$ ,  $h_{наил} = (6,8 + 1,23) \text{ м} \approx 8,03 \text{ м} \approx 8 \text{ м}$

9)  $L = \frac{h_{наил}}{2}$ ;  $L \approx \frac{8 \text{ м}}{2} \approx 4 \text{ м}$

Ответ:  $h \approx 4 \text{ м}$ ;  $v_{вс} \approx 2 \text{ с}$

№5

Дано: Решение.

$T_1 = 90^\circ\text{C}$  Так как вода из кранов вытекает одновременно  $\Rightarrow$  они вместе

$t_1 = 40 \text{ с}$   $\Rightarrow v = v_1 + v_2$

$T_2 = 20^\circ\text{C}$  затем мы с сосудом, каково количество

$t_2 = 10 \text{ с}$  массу воды, которая может помещаться в сосуд за  $t$ . Тогда

$\Delta T = 30^\circ\text{C}$   $v_1 = \frac{m}{t_1}$ ;  $v_1 = \frac{m}{40}$ ;  $v_2 = \frac{m}{t_2}$ ;  $v_2 = \frac{m}{10}$

$t_0 = 60 \text{ с}$   $v = \frac{m}{40} + \frac{m}{10} = \frac{m + 4m}{40} = \frac{5m}{40} = \frac{m}{8}$

$T = ?$

$t = \frac{m}{v}$ ;  $t = \frac{m}{m/8} = 8 \text{ с}$

2)  $Q_1 = Q_2$

$Q_1 = c m_1 (T_1 - T_0)$ ;  $Q_2 = c m_2 (T_0 - T_2)$

$c m_1 (T_1 - T_0) = c m_2 (T_0 - T_2) | : c$

$m_1 (T_1 - T_0) = m_2 (T_0 - T_2)$

За время  $t = 8 \text{ с}$  из крана с горячей водой вытекает масса  $m_1 = v_1 \cdot t$ ;  $m_1 = \frac{m}{40} \cdot 8 = \frac{m}{5}$ , а из крана

с помощью воды  $m_2 = V_2 \rho$ ;  $m_2 = \frac{m}{10} = 8 = \frac{4m}{5}$

$$\frac{m}{5}(T_1 - T_0) = \frac{4m}{5}(T_0 - T_2) \cdot \frac{5}{m}$$

$$T_1 - T_0 = 4(T_0 - T_2)$$

$$T_1 - T_0 = 4T_0 - 4T_2$$

$$4T_0 + T_0 = T_1 + 4T_2$$

$$5T_0 = T_1 + 4T_2$$

$$T_0 = \frac{T_1 + 4T_2}{5}; \quad T_0 = \frac{20 + 4 \cdot 20}{5} \text{ } ^\circ\text{C} = \frac{90 + 80}{5} \text{ } ^\circ\text{C} =$$

$$= \frac{170}{5} \text{ } ^\circ\text{C} = 34 \text{ } ^\circ\text{C}$$

3) За время  $t_0 = 60 \text{ c}$  вода нагревается на  $\Delta T = 30 \text{ } ^\circ\text{C} \Rightarrow$

$$V_{\text{нагр}} = \frac{\Delta T}{t_0}; \quad V_{\text{нагр}} = \frac{30 \text{ } ^\circ\text{C}}{60 \text{ c}} = 0,5 \text{ } ^\circ\text{C/c} = 9,5 \text{ } ^\circ\text{C/c} \Rightarrow$$

$$\text{За } t = 8 \text{ c } \Delta T_1 = \Delta T_2 = V_{\text{нагр}} \cdot t; \quad \Delta T_1 = 0,5 \text{ } ^\circ\text{C/c} \cdot 8 \text{ c} = 4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$4) T = T_0 + \Delta T_1, \quad T = 34 \text{ } ^\circ\text{C} + 4 \text{ } ^\circ\text{C} = 38 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Ответ: } T = 38 \text{ } ^\circ\text{C}$$

1/4

а) Из закона сохранения импульса

$$m_1 v_{01} + m_2 v_{02} = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$m_1 (v_{01} - m_1 v_1) = m_2 v_2 - m_2 v_{02}$$

$$m_1 (v_{01} - v_1) = m_2 (v_2 - v_{02})$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2 - v_{02}}{v_{01} - v_1};$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_{02} - v_{02}}{v_{01} - \frac{2}{3} v_{01}} = \frac{6 v_{02}}{v_{01} (\frac{5-3}{3})} = \frac{6 v_{02}}{v_{01} \cdot \frac{2}{3}} = 9 \cdot \frac{v_{02}}{v_{01}} = 3$$

По графику

$$v_{01} = 5 \text{ eq}, \quad v_{02} = 1 \text{ eq} \Rightarrow$$

$$\frac{v_{01}}{v_{02}} = \frac{5 \text{ eq}}{1 \text{ eq}} = 5 \Rightarrow v_{01} = 5 v_{02}$$

$$v_1 = 3 \text{ eq}, \quad v_2 = 4 \text{ eq}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{4 \text{ eq}}{3 \text{ eq}} \Rightarrow v_2 = \frac{4}{3} v_1$$



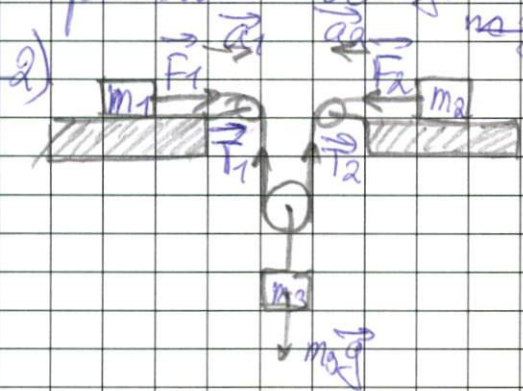
Ответ:  $m_1/m_2 = 3$

д) Взаимодействие этих тел является абсолютно упругим, т.к. тела имеют разные скорости, что свидетельствует о том, что тела не движутся, как одно целое, что характерно для абсолютно неупругого взаимодействия.

1/2.

Дано: Решение.

$m_1 = 2m$  для того, чтобы тело опустилось на высоту  $h$ , нужно, чтобы бруски прошли одну и ту же путь, равный  $2h$ , т.к. на заданном промежуток блок идет равномерно в противоположные стороны.



$$T_1 = T_2 = \frac{m_3 g}{2} = \frac{m g}{2}$$

$$F_1 = T_1, F_2 = T_2$$

$$F_1 = m a_1, F_2 = m a_2 = 2 m a_1 = 3 m a_2$$

$$2 m a_1 = \frac{m g}{2} \Rightarrow a_1 = \frac{m g}{2 \cdot 2 m} = \frac{g}{4}$$

$$3 m a_2 = \frac{m g}{2} \Rightarrow a_2 = \frac{m g}{2 \cdot 3 m} = \frac{g}{6}$$

$$3) S_x = \frac{v_{0x}^2}{2a} + \frac{v_{0x}^2}{2} = \frac{g t^2}{2}, S = \frac{g t^2}{2}$$

$$S_1 = \frac{g t^2}{2} = \frac{g}{4} \cdot \frac{1}{2} = \frac{g t^2}{8}, S_2 = \frac{g t^2}{2} = \frac{g}{6} \cdot \frac{1}{2} = \frac{g t^2}{12}$$

$$4) h = S_1 + S_2 = \frac{g t^2}{8} + \frac{g t^2}{12} = \frac{3 g t^2 + 2 g t^2}{24} = \frac{5 g t^2}{24}$$

$$5) k = 2h \Rightarrow 2h = \frac{5g t^2}{24}$$

$$5g t^2 = 48h$$

$$\sqrt{2} \cdot \frac{48h}{5g}$$

$$l = \pm \sqrt{\frac{48h}{5g}}, \quad h > 0 \Rightarrow l = \sqrt{\frac{48h}{5g}}$$

$$\text{Antwort: } l = \sqrt{\frac{48h}{5g}}$$