

### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

Дано:  $t = 1,5 \text{ c}$   
 $\alpha = 30^\circ$   
 $L = ?$   
 $H = ?$

Решение: Чтобы мяч после упругого удара вернулся в первонач. положение он должен удариться под углом, чтобы вектор скорости был перпендикулярен стене, а значит на высоте  $h_{\text{max}}$ . т.е. когда  $v = v_x$ , ат.к. удар упругий, то по ЗСЭ  $v_x = v_1$ , где  $v_1$  - скорость после удара.

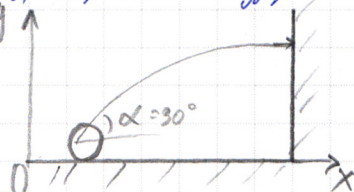
т.к. удар упругий, то выск-ся ЗСЭ до и после удара

$$t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \Rightarrow v_0 \sin \alpha = \frac{15}{2} \Rightarrow v_0 = 15 \text{ (м/с)}$$

$$H_{\text{max}} = H = h_{\text{max}} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{225 \cdot \frac{1}{4}}{20} = \frac{225}{80} = \frac{45}{16} \text{ (м)}$$

$$L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{2g} = \frac{225 \cdot \sqrt{3}}{40} = 5,625 \cdot \sqrt{3} \text{ (м)}$$

Ответы:  $L = 5,625 \cdot \sqrt{3} \text{ м}$ ,  $H = \frac{45}{16} \text{ м}$ .



№2

Дано:

$m_1$  - масса первого шарика  
 $m_2$  - масса второго шарика

$v_1$  и  $v_2$  - скорости шариков до удара  
 $v_1'$  и  $v_2'$  - скорости шариков после удара

$v_2 = 0 \text{ м/с}$

$v_1 = 3v_1'$ ;  $v_1' = -v_1'$

Упругий удар

$\frac{m_2}{m_1} = ?$ ;  $\frac{v_2'}{v_1'} = ?$

Решение:

Так как удар упругий, то выполняются законы сохранения импульса и энергии:

ЗСЭ:  $\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{m_1 v_1'^2}{2} + \frac{m_2 v_2'^2}{2}$  - для оси OX

$m_1 v_1^2 + 0 = m_2 v_2'^2 - m_1 v_1'^2$ , т.е.  $v_1 = 3v_1'$ , то

$m_1 (3v_1')^2 = m_2 v_2'^2 - m_1 v_1'^2 \Leftrightarrow 9m_1 v_1'^2 = m_2 v_2'^2 - m_1 v_1'^2 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow 10m_1 v_1'^2 = m_2 v_2'^2 \quad (1)$

ЗСН:  $m_1 v_1 + m_2 v_2 = -m_1 v_1' + m_2 v_2' \Leftrightarrow m_1 (3v_1') + 0 =$

$= -m_1 v_1' + m_2 v_2' \Leftrightarrow 4m_1 v_1' = m_2 v_2' \quad (2)$

Разделим ур-е (1) на (2), получим:  $2,5v_1' = v_2'$ , т.к.  $v_1 = 3v_1'$ , то  $v_1' = \frac{1}{3}v_1$  и  $v_2' = 2,5 \cdot \frac{1}{3}v_1 \Leftrightarrow v_2' = \frac{5}{6}v_1 \Rightarrow \frac{v_2'}{v_1} = \frac{5}{6}$ .

~~( $v_1 = 3v_1'$ )~~  $(2,5v_1' = v_2')$  в (2):  $4m_1v_1' = 2,5v_1' \cdot m_2 \Leftrightarrow$   
 $\Leftrightarrow \frac{m_2}{m_1} = \frac{4}{2,5} = \frac{8}{5}$

Ответы:  $\frac{v_2'}{v_1} = \frac{5}{6}$ ,  $\frac{m_2}{m_1} = \frac{8}{5}$ .

№3

Дано:  
 $M$  - масса бруска  
 $m$  - масса шарика  
 $M$  много больше  $m$

$v_1$  и  $v_2$  - скорости шарика и бруска до удара.

$v_1'$  и  $v_2'$  - скорости шарика и бруска после удара

$2v_1 = v_1'$ ;  $v_1'' = -v_1'$

$\frac{v_1'}{v_2} = ?$

Решение: Так как удар - упругий, то выполняются законы сохранения энергии и импульса:  $mgh = 0$ ,  $Mgh = 0$

ЗСЭ: (ОХ):  $\frac{mv_1^2}{2} + \frac{Mv_2^2}{2} = \frac{mv_1'^2}{2} + \frac{Mv_2'^2}{2}$ ,  $v_1 = v_2$ , т.к. до удара

$M \gg m$ .

$mv_1^2 - Mv_2^2 = -mv_1'^2 - Mv_2'^2$  ( $v_1' = 2v_1'$ )

$mv_1^2 - Mv_2^2 = -4mv_1'^2 - Mv_2'^2$

$5mv_1^2 = Mv_2^2 - Mv_2'^2$  (1)

ЗСИ: (ОХ):  $mv_1 - Mv_2 = -mv_1' - Mv_2'$

$mv_1 - Mv_2 = -2mv_1' - Mv_2'$

$3mv_1 = Mv_2 - Mv_2'$  (2); Разделим (1) на (2),

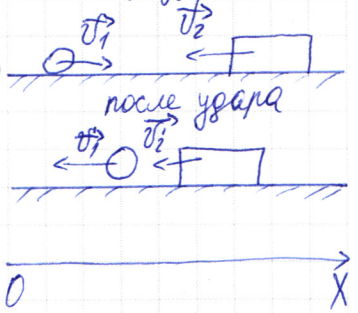
получим:  $\frac{5}{3}v_1 = v_2 + v_2' \Leftrightarrow v_2' = \frac{5}{3}v_1 - v_2$  (3); (3) в (2):

$3mv_1 = Mv_2 - M(\frac{5}{3}v_1 - v_2) \Leftrightarrow 3mv_1 = Mv_2 - M\frac{5}{3}v_1 + Mv_2 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow 3mv_1 + \frac{5}{3}Mv_1 = M(v_2 + v_2) \Leftrightarrow 3v_1(m + \frac{5}{3}M) = 2Mv_2$ , т.к.  $M \gg m$ , то

$(\frac{5}{3}M + m) \approx \frac{5}{3}M$ .  $3v_1 \cdot \frac{5}{3}M = 2Mv_2 \Leftrightarrow \frac{5}{3}v_1 = 2v_2 \Rightarrow \frac{v_1'}{v_2} = \frac{2}{\frac{5}{3}} = \frac{6}{5}$ .

Ответ:  $\frac{v_1'}{v_2} = \frac{6}{5}$ .



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

(N4)

Дано: Теплозащит. сосуды

$V_1$  и  $V_2$  - объемы сосудов

$$V_1 = V_2 = V$$

$T_1, T_2$  - температуры газов  
в сосудах

$$T_1 = 300\text{K}; T_2 = 500\text{K}$$

$\nu_1$  и  $\nu_2$  - кол-во молекул  
в сосудах

$$\nu_1 = \frac{1}{3}, \nu_2 = \frac{1}{5} \text{ моль}$$

$\theta$  - температура в сосудах  
после установления теплового  
равновесия

$P_1, P_2$  - давления газов в сосудах

$P$  - установившееся давление

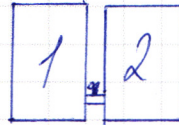
$\theta$  - ?

$\frac{P}{P_2}$  - ?

Решение: Т.к. сосуды теплозащитированные, то нет  
потери тепла.

$$\left. \begin{aligned} P_1 V &= \nu_1 R T_1 \\ P_2 V &= \nu_2 R T_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{\nu_1 R T_1}{\nu_2 R T_2} = \frac{\frac{1}{3} \cdot R \cdot 300}{\frac{1}{5} \cdot R \cdot 500} = \frac{100R}{100R} = 1$$

$$P_1 = P_2$$



~~После смешивания газов общий объем общий  
составит  $2V$ , т.к. трубка короткая, то ее объемом мы  
пренебрегаем.~~ Рассмотрим сосуд после установ. рав-  
новесия:

$$P \cdot V = (\nu_1 + \nu_2) R \theta \Rightarrow \theta = \frac{P \cdot V}{(\nu_1 + \nu_2) R}; \text{ по закону Дальтона}$$

$$P = \sum P_i \Rightarrow P = 2P_1$$

$$\theta = \frac{2P_1 V}{(\frac{1}{3} + \frac{1}{5})R} = \frac{2 \cdot \frac{1}{3} \cdot R \cdot T_1}{(\frac{1}{3} + \frac{1}{5})R} = \frac{30 \cdot 100}{8} = \frac{3000}{8} = 375\text{K}$$

$$\frac{P}{P_2} = \frac{2}{1}$$

Ответы:  $\theta = 375\text{K}, \frac{P}{P_2} = \frac{2}{1}$ .

(N5)

Дано:

$$V_1 = 3V_0,$$

$$V_2 = 3V_1 = 9V_0,$$

$$P_1 = 3P_0$$

$$\frac{T_2}{T_0} - ? \quad \frac{A_1}{A_2} - ?$$

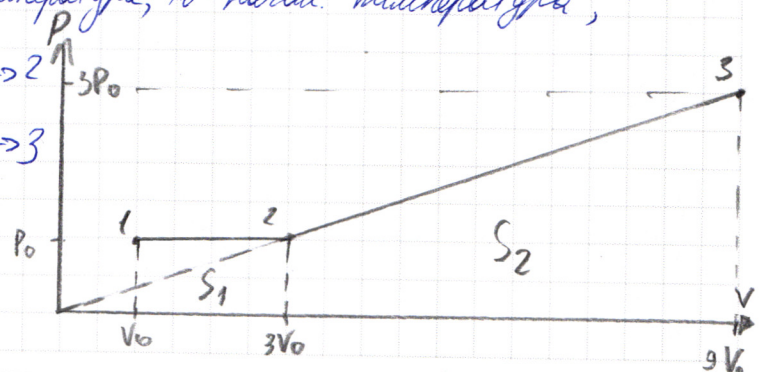
Решение:  $T_2$  - конеч. температура,  $T_0$  - начал. температура,

$A_1$  - работа в процессе  $1 \rightarrow 2$

$A_2$  - работа в процессе  $2 \rightarrow 3$

$$|A_1| = |S_1| \text{ и } |A_2| = |S_2|,$$

где  $S_1$  и  $S_2$  - площади  
под графиками.



$$A_1 = p_0 \cdot (3V_0 - V_0) = 2p_0V_0; \quad A_2 = \frac{p_0 + 3p_0}{2} \cdot 6V_0 = 12p_0V_0.$$

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{2p_0V_0}{12p_0V_0} = \frac{1}{6}$$

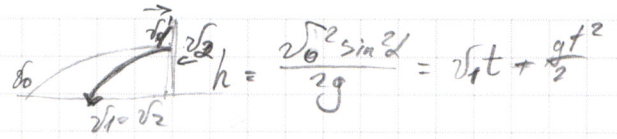
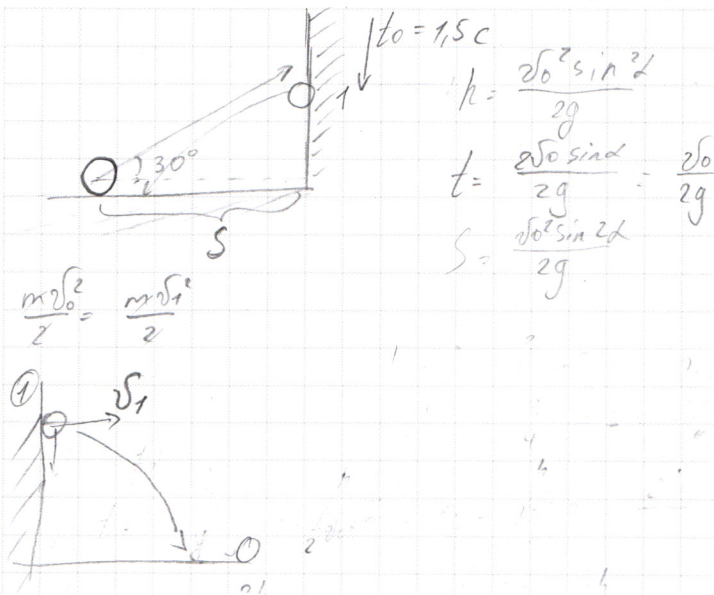
Взявке 1.  $p_0V_0 = \sqrt{RT_0}$

Взявке 3.  $3p_0 \cdot 9V_0 = \sqrt{RT_2}$

$$\frac{\sqrt{RT_2}}{\sqrt{RT_0}} = \frac{T_2}{T_0} = \frac{27p_0V_0}{2p_0V_0} = 27.$$

Отвѣт:  $\frac{A_1}{A_2} = \frac{1}{6}; \quad \frac{T_2}{T_0} = 27.$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{80^2 \sin 2\alpha}{2g} = \frac{6400 \cdot \sqrt{3}}{20 \cdot 2} = \frac{6400}{40} \cdot 1,71 = 160 \cdot 1,71 = 272 \text{ м.}$$

$\begin{matrix} 160 \\ \times 1,7 \\ \hline 1120 \\ 1600 \\ \hline 2720 \end{matrix}$

②

$$U: \frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1 v_1'^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2}$$

$$4v_1' = v_2$$

$$3U: m_1 v_1^2 = m_1 v_1'^2 + m_2 v_2^2$$

$$2m_1 v_1' = m_2 v_2$$

$$m_1 g v_1'^2 = m_1 v_1'^2$$

$$2m v_1' = 2m_2 v_2$$

$$8m_1 v_1'^2 = m_2 v_2^2$$

$$m_1 = 2m_2$$

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{1}{2}$$

$$3U: 3m_1 v_1'^2 + 0 = m_1 v_1'^2 + m_2 v_2^2$$

$$\left. \begin{matrix} 2m_1 v_1'^2 = m_2 v_2^2 \\ 8m_1 v_1'^2 = m_2 v_2^2 \end{matrix} \right\} \Rightarrow 4v_1' = v_2$$

$$4 \frac{8m_1 v_1'^2}{2m_1 v_1'^2}$$

$$v_2 = 4v_1'$$

$$v_2 = \frac{4}{3} v_1$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{4}{3}$$

$$v_1 = \frac{1}{3} v_2$$

3)  $M \gg m$

$3C // 2v_1 = v_1^2$

$m v_1 + M v_2 = 2m v_1 + M v_2'$

$M v_2 - M v_2' = m v_1$

3C7

$\frac{m v_1^2}{2} + \frac{M v_2^2}{2} = \frac{m v_1'^2}{2} + \frac{M v_2'^2}{2}$

$\frac{3-4}{3-2} = \frac{5}{7-5}$

$m v_1^2 + M v_2^2 = 4m v_1'^2 + M v_2'^2$

$\begin{cases} M v_2^2 - M v_2'^2 = 3m v_1^2 \\ M v_2 - M v_2' = m v_1 \end{cases} \div$

$v_2 + v_2' = 3v_1$

$v_2' = 3v_1 - v_2$

$M v_2 - M(3v_1 - v_2) = m v_1$

$M v_2 - 3M v_1 + M v_2 = m v_1$

$2M v_2 = m v_1 + 3M v_1$

$2M v_2 = v_1 (m_1 + 3M) \approx 2M v_2 = 3M v_1$

$2v_2 = 3v_1$

$2v_2 = 3v_1$

$\frac{v_1}{v_2} = \frac{2}{3}$

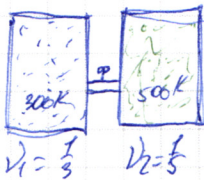
$\frac{8}{15} R \theta_{2T}$

4)  $\Sigma Q = 0$

$v_1 = v_2 = v$

$T_1 = 300K$   
 $v_1 = \frac{1}{3} \text{ mola}$   
 $i = 3$

$T_2 = 500K$   
 $v_2 = \frac{1}{5} \text{ mola}$   
 $i = 3$



$P_1 V = v_1 R T_1$

$P_2 V = v_2 R T_2$

$\frac{v_1 R T_1}{v_2 R T_2} = \frac{P_1}{P_2}$

$\frac{\frac{1}{3} \cdot 300}{\frac{1}{5} \cdot 500} = \frac{P_1}{P_2} = P_1 = P_2 = P_0$

$\frac{1}{3} + \frac{1}{5} = \frac{5+3}{15} = \frac{8}{15}$

$P \Sigma v_i = \frac{P_0}{P_0} = \frac{2}{1}$

$2PV = \frac{8}{15} R \cdot \theta$

$\theta = \frac{2PV}{\frac{8}{15} R} = \frac{30PV}{8R} = \frac{30 \cdot \frac{1}{3} \cdot RT_1}{8R} = \frac{10T_1}{8} = \frac{3000}{8} = 375 K$

$P = \frac{\frac{8}{15} R \cdot 375}{V} = \frac{\frac{3000}{15} R}{V} = \frac{200R}{V}$

$P_1 = \frac{v_1 R T_1}{V} = \frac{100R}{V} \quad P = 2P_0$

$\frac{P}{P_0} = \frac{2}{1}$

$\frac{3000}{8} \cdot \frac{1}{375}$   
 $\frac{24}{24}$   
 $\frac{60}{56}$   
 $\frac{40}{40}$   
 $\frac{40}{40}$

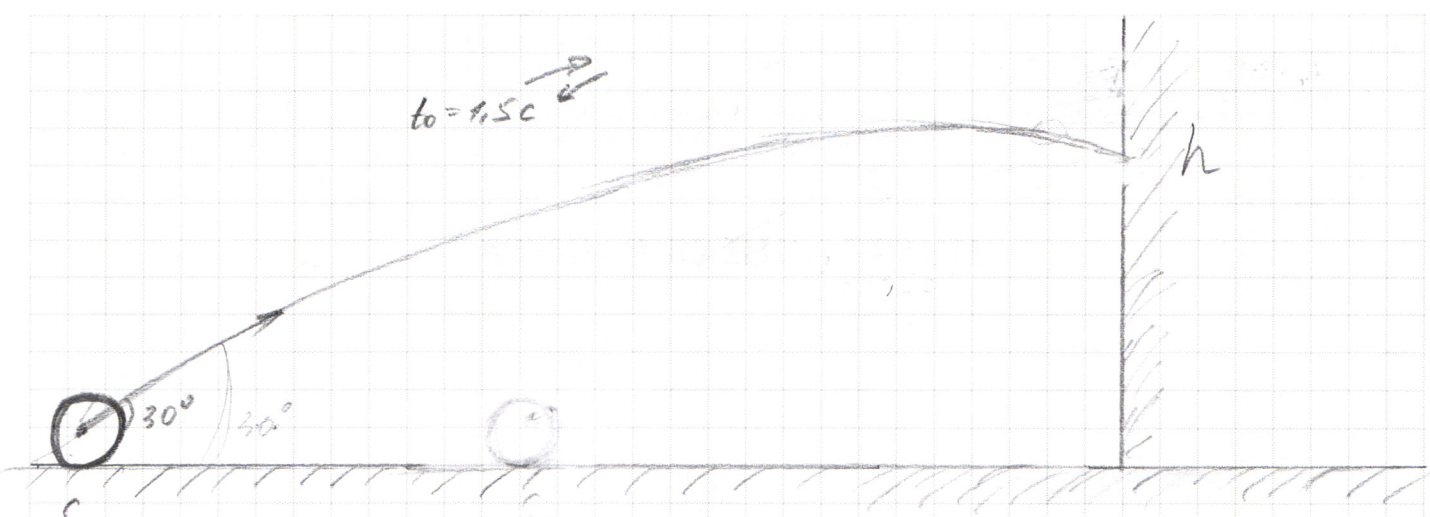
$\frac{8+8}{2+2} = \frac{4+4}{2} = \frac{12}{4} = 3$

$\frac{5}{1} \cdot \frac{3}{5} = \frac{5+3}{15} = \frac{8}{15}$

~~2P 4R~~

$\frac{60 P_1 V}{8R} =$

$= \frac{60 \cdot 100}{8R} = \frac{6000}{8R}$



$$S_0 = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{2g} = \frac{v_0^2 \cdot \sqrt{3}}{4g}$$

$$t_0 = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \quad * \quad v_0 \sin \alpha = 7.5$$

$$0.5 v_0 = 7.5$$

$$v_0 = 15 \text{ m/s}$$

$$S = \frac{225 \cdot \sqrt{3}}{4} =$$

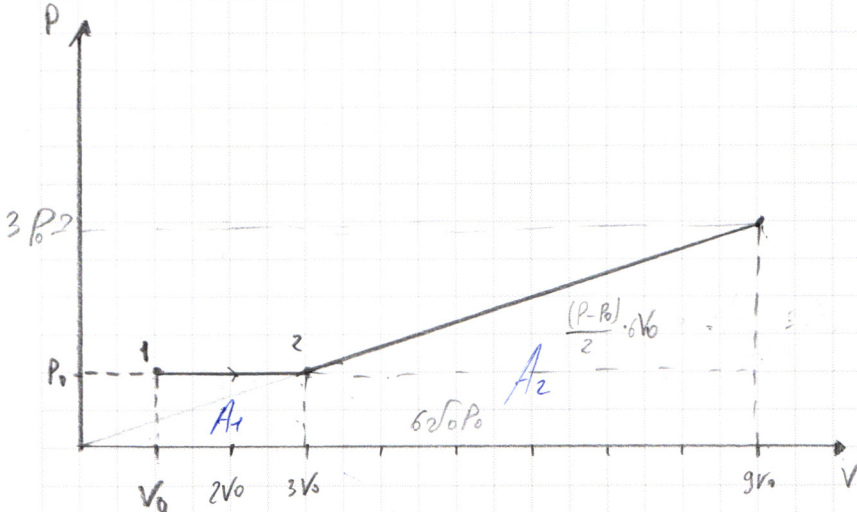
$$\frac{225 \cdot \sqrt{3}}{4} = 5,625 \cdot 1,71$$

225 140  
~~20~~  
~~2,5~~

225 140  
 200 | 5625  
 -250  
 -240  
 -100  
 -80  
 -200

5,625  
 x 1,710  
 -----  
 0000  
 + 5625  
 + 9375  
 + 5625  
 -----  
 6518,750

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$A_1 = 2V_0 \cdot P_0 = 2P_0V_0$$

$$A_2 = \frac{(P_0 + P)}{2} \cdot 6V_0 = 3(P_0 + P)V_0 = 3(P_0 + 3P_0)V_0 = 12P_0V_0$$

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{2P_0V_0}{12P_0V_0} = \frac{1}{6}$$

$$3P_0V_0 = \sqrt{RT_0}$$

$$27P_0V_0 = \sqrt{RT_1}$$

$$\sqrt{RT_1} = 9\sqrt{RT_0}$$

$$T_1 = 9T_0$$

$$4m_1 v_1' = m_2 v_2' \Rightarrow v_2' = \frac{4m_1 v_1'}{m_2}$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

Дано: Решение:

$$\alpha = 30^\circ$$

$$t_0 = 1,5 \text{ c}$$

$$L - ?$$

$$H - ?$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

№2

Дано:

$$m_1, m_2, v_2 = 0 \text{ м/с}$$

$$v_1 = 3v_1', \text{ где } v_1' - \text{до удара}$$

$v_1'$  - после удара  
скорости  
первого  
шарика

Решение: Так как по условию удар центральный и упругий, то для данной системы тел выполняется и Закон сохранения энергии и закон сохранения импульса:

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{m_1 v_1'^2}{2} + \frac{m_2 v_2'^2}{2} \Leftrightarrow \frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1 v_1'^2}{2} + \frac{m_2 v_2'^2}{2}$$

$$\text{т.к. } v_1 = 3v_1', \text{ то } \frac{m_1 (3v_1')^2}{2} = \frac{m_1 v_1'^2}{2} + \frac{m_2 v_2'^2}{2} \Leftrightarrow$$

$$\frac{m_2}{m_1} - ?$$

$$\Leftrightarrow 9v_1'^2 m = v_1'^2 m + m_2 v_2'^2 \Leftrightarrow 8m v_1'^2 = m_2 v_2'^2 \quad (1)$$

$$\frac{v_2'}{v_1'} - ?$$

где  $v_2'$  - скорость  
второго  
шарика  
после  
удара

$$\text{ЗЗИ: } m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \Leftrightarrow m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 3m_1 v_1' = m_1 v_1' + m_2 v_2' \Leftrightarrow 2m_1 v_1' = m_2 v_2' \quad (2)$$

Составим систему уравнений. Разделим уравнение (1) на (2):

$$4v_1'^2 = v_2'^2, \text{ т.к. } v_1 = 3v_1', \text{ то } v_1' = \frac{1}{3}v_1, \quad v_2' = 4 \cdot \frac{1}{3}v_1 \Leftrightarrow v_2' = \frac{4}{3}v_1 \Rightarrow \frac{v_2'}{v_1} = \frac{4}{3}$$

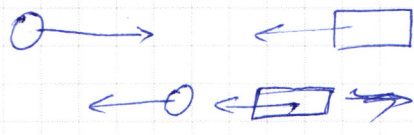
$$2,5v_1' = v_2' \Rightarrow 2,5 \cdot \frac{1}{3}v_1 = v_2' \Leftrightarrow \frac{2,5}{3}v_1 = v_2' \Rightarrow \frac{v_2'}{v_1} = \frac{5}{6}$$

$(4v_1' = v_2)$  в  $(2m_1v_1' = m_2v_2')$ :  $2m_1v_1' = m_2 \cdot 4v_1' \Leftrightarrow 2m_1 = m_2 \cdot 4 \Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = \frac{1}{2}$   
~~Ответы:  $\frac{v_2'}{v_1} = \frac{4}{3}$ ,  $\frac{m_2}{m_1} = 2$ .~~  $2m_1v_1' = m_2 \cdot 2,5v_1' \Leftrightarrow \frac{m_2}{m_1} = \frac{2}{2,5} = \frac{4}{5}$

№3

Дано:

$M \gg m$  ( $M$  много больше  $m$ )  
 масса бруска масса шарика  
 $v_1$  - скорость шарика до упругого удара  
 $v_1'$  - скорость шарика после упругого удара  
 $2v_1 = v_1'$



$$m v_1 - M v_2 = -m v_1' + M v_2'$$

$$m v_1 - M v_2 = -M v_2' - 2m v_1$$

$$3m v_1 = -M v_2' + M v_2$$

$$3m v_1 = M v_2 - M v_2'$$

$$3m v_1 = M v_2 - M \left( \frac{5}{3} v_1 - v_2 \right)$$

$$3m v_1 = M v_2 - \frac{5}{3} M v_1 + M v_2$$

$$3m v_1 + \frac{5}{3} M v_1 = 2M v_2$$

$$2M v_2 = 3v_1 \left( \frac{3}{3}m + \frac{5}{3}M \right)$$

$$2M v_2 = 3v_1 \cdot \frac{5}{3}M$$

$$2M v_2 = \frac{5}{3} v_1 M$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{2}{5} \Leftrightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{6}{5}$$

$$\frac{m v_1^2}{2} - \frac{M v_2^2}{2} = -\frac{m v_1'^2}{2} + \frac{M v_2'^2}{2}$$

$$m v_1^2 - M v_2^2 = -M v_2'^2 - m v_1'^2$$

$$m v_1^2 - M v_2^2 = -M v_2'^2 - 4m v_1^2$$

$$5m v_1^2 = -M v_2'^2 + M v_2^2$$

$$3m v_1^2 = -M v_2'^2 + M v_2^2$$

$$\frac{5}{3} v_1^2 = \frac{-v_2'^2 + v_2^2}{v_1' + v_1}$$

$$5m v_1^2 = \frac{M v_2^2 - M v_2'^2}{v_1' + v_1}$$

$$3m v_1^2 = \frac{M v_2^2 - M v_2'^2}{v_1' + v_1}$$

$$\frac{5}{3} v_1^2 = \frac{v_2^2 - v_2'^2}{v_1' + v_1} \quad v_2' = \frac{5}{3} v_1 - v_2$$

$$v_1^2 = \frac{3(v_2^2 - v_2'^2)}{5(v_1' + v_1)}$$

$$\frac{5}{3} v_1^2 = \frac{M(v_2^2 - v_2'^2)(v_1' + v_1)}{M(v_1' + v_1)(v_1' + v_1)}$$