

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 10

Шифр 16-008

(заполняется секретарём)

Вариант 10-04

✓ 1. Мальчик бьет ногой по мячу, который лежал на горизонтальной поверхности земли на некотором расстоянии от вертикальной стены дома. Мяч полетел под углом $\alpha=60^\circ$ к горизонту и после упругого столкновения со стеной упал через время $t_0=2$ секунды после начала полета на то же место, где лежал вначале.

- 1) На каком расстоянии L от стены лежал мяч вначале?
- 2) Найти высоту H от поверхности земли до места удара мяча о стену. Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с^2 .

✓ 2. Шарик массой m_1 , скользящий по гладкой горизонтальной поверхности, сталкивается с шариком массой m_2 , который покоился на той же поверхности. После центрального упругого удара шарик массой m_1 начал двигаться в обратном направлении со скоростью в 2 раза меньшей начальной.

- 1) Найти отношение масс $\frac{m_2}{m_1}$.
- 2) Найти отношение скорости шарика массой m_2 к скорости шарика массой m_1 до столкновения. *после столкновения*

✓ 3. Навстречу шарiku, скользящему по гладкой горизонтальной поверхности, движется по той же поверхности брусок. Шарик и брусок движутся вдоль одной прямой. Скорость шарика перпендикулярна грани бруска, о которую он ударяется. Масса бруска много больше массы шарика. После упругого удара шарик движется в обратном направлении со скоростью, которая в 4 раза больше его начальной скорости.

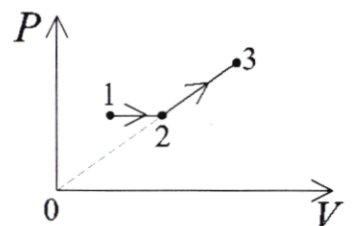
Найти отношение скоростей движения шарика и бруска до столкновения.

✓ 4. В двух теплоизолированных сосудах одинакового объема, соединенных короткой трубкой с закрытым краном, находятся $\nu_1=1/2$ моль одноатомного идеального газа при температуре $T_1=200 \text{ К}$ и $\nu_2=1/3$ моль другого одноатомного газа при температуре $T_2=300 \text{ К}$. Кран открывается, газы в сосудах смешиваются.

- 1) Найти температуру в сосудах после установления теплового равновесия.
- 2) Найти отношение конечного давления в смеси газов к начальному давлению в сосуде с температурой T_1 .

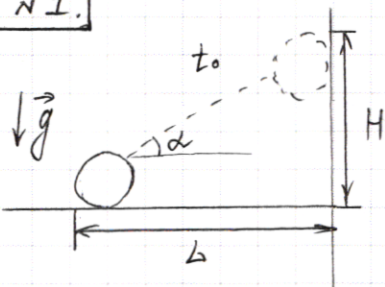
✓ 5. Объем идеального газа увеличивается в $n=2$ раза в изобарическом процессе, а затем еще раз увеличивается в $n=2$ раза в процессе прямо пропорциональной зависимости давления газа P от его объема V .

- 1) Во сколько раз увеличивается конечная температура газа по сравнению с начальной?
- 2) Найти отношение работы, которую совершает газ в изобарическом процессе, к работе, которую он совершает в процессе прямо пропорциональной зависимости давления газа P от его объема V .



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.



Дано:
 $\alpha = 60^\circ$
 $t_0 = 2c$
 $g = 10 \frac{m}{c^2}$

- 1) L - ?
2) H - ?

РЕШЕНИЕ.

Т.к. после упругого столкновения со стеной мячик упал на то же место, где лежал вначале, то в точке столкновения со стеной мячик достиг максимальной высоты.

Тогда: 1) $t_0 = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$

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

$$v_0 = \frac{2c \cdot 10 \frac{m}{c^2}}{2 \cdot \sin 60^\circ} = \frac{20\sqrt{3}}{3} \frac{m}{c}$$

2) $L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$

$$L = \frac{\left(\frac{20\sqrt{3}}{3} \frac{m}{c}\right)^2 \cdot \sin 120^\circ}{10 \frac{m}{c^2}} = \frac{20\sqrt{3}}{3} m$$

3) $H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$

$$H = \frac{\left(\frac{20\sqrt{3}}{3} \frac{m}{c}\right)^2 \cdot \sin^2 60^\circ}{2 \cdot 10 \frac{m}{c^2}} = 5 m$$

ОТВЕТ: 1) $\frac{20\sqrt{3}}{3} m$; 2) $5 m$

№4.



T_3 - температура в сосудах после установления теплового равновесия

P_3 - конечное давление в смеси газов

V - объём каждого сосуда \Rightarrow общий объём - $2V$.

Дано:
 $V_1 = \frac{1}{2}$ моль
 $T_1 = 200 K$
 $V_2 = \frac{1}{3}$ моль
 $T_2 = 300 K$

- 1) T_3 - ?
2) $\frac{P_3}{P_1}$ - ?

РЕШЕНИЕ.

- 1) Выразим давление газа в каждом из двух сосудов.

I. $P_1 V_1 = \nu_1 R T_1$

$$P_1 = \frac{\nu_1 R T_1}{V}$$

$$P_1 = \frac{\frac{1}{2} \text{ моль} \cdot R \cdot 200 K}{V}$$

$$P_1 = \frac{100R}{V}$$

II. $P_2 V_2 = \nu_2 R T_2$

$$P_2 = \frac{\nu_2 R T_2}{V}$$

$$P_2 = \frac{\frac{1}{3} \text{ моль} \cdot R \cdot 300 K}{V}$$

$$P_2 = \frac{100R}{V}$$

$P_1 = P_2 \Rightarrow$ при открытии крана давление в сосудах не изменится $\Rightarrow P_3 = P_1 \Rightarrow \frac{P_3}{P_1} = 1$

2) Выразим конечное давление в смеси газов (P_3), а затем приравняем его к первоначальному.

$$P_3 V_3 = \nu_3 R T_3$$

$$\nu_3 = \nu_1 + \nu_2$$

$$\nu_3 = \frac{1}{2} \text{ моль} + \frac{1}{3} \text{ моль} = \frac{5}{6} \text{ моль}$$

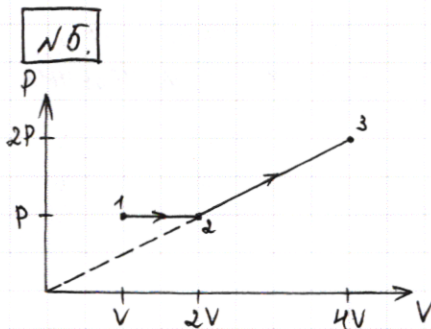
$$P_3 = \frac{\nu_3 R T_3}{V_3}$$

$$P_3 = \frac{\frac{5}{6} \text{ моль} \cdot R \cdot T_3}{2V}$$

$$\frac{5 R T_3}{12V} = \frac{100R}{V} \quad | \cdot \frac{V}{R}$$

$$\frac{5 T_3}{12} = 100 \Rightarrow T_3 = 240 \text{ K}$$

ОТВЕТ: 1) 240 K; 2) $\frac{P_3}{P_1} = 1$



V - НАЧАЛЬНЫЙ ОБЪЕМ ГАЗА

P - НАЧАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ ГАЗА

T_1, T_2, T_3 - ТЕМПЕРАТУРЫ ГАЗА НА УЧАСТКАХ 1, 2, 3 СООТВЕТСТВЕННО

$A_{1,2}$ - РАБОТА ГАЗА НА УЧАСТКЕ 1-2

$A_{2,3}$ - РАБОТА ГАЗА НА УЧАСТКЕ 2-3

1) $\frac{T_3}{T_1} - ?$

2) $\frac{A_{1,2}}{A_{2,3}} - ?$

РЕШЕНИЕ.

1) НАЙДУ ОТНОШЕНИЕ T_2 К T_1 , А ЗАТЕМ T_3 К T_1

I. ПРОЦЕСС 1-2 ИЗОБАРИЧЕСКИЙ $\Rightarrow P = \text{const} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad (V_2 = 2V, V_1 = V)$$

$$\frac{T_2}{T_1} = 2 \Rightarrow T_2 = 2T_1$$

II. ПРОЦЕСС 2-3 - ПРОЦЕСС ПРОПОРЦИОНАЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ДАВЛЕНИЯ ГАЗА P ОТ ЕГО ОБЪЕМА $V \Rightarrow PV = \text{const} \Rightarrow \frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_3 V_3}{T_3}$

$$\frac{P \cdot 2V}{T_2} = \frac{2P \cdot 4V}{T_3} \quad | : 2PV$$

$$\frac{1}{T_2} = \frac{4}{T_3}$$

$$\frac{1}{2T_1} = \frac{4}{T_3} \Rightarrow T_3 = 8T_1 \Rightarrow \frac{T_3}{T_1} = 8$$

2) НАЙДУ ОТНОШЕНИЕ РАБОТ ГАЗА НА УЧАСТКАХ 1-2 И 2-3.

I. $P = \text{const}$

$$A_{1,2} = P \Delta V$$

$$A_{1,2} = \nu R (T_2 - T_1) (2V - V) = \nu R (2T_1 - T_1) \cdot V = \nu R T_1 \cdot V$$

II. $PV = \text{const}$

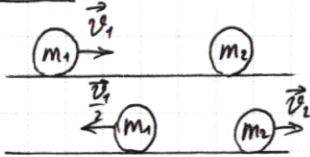
$$A_{2,3} = \Delta P \cdot \Delta V = (\nu R T_3 - \nu R T_2) (4V - 2V) = \nu R (8T_1 - 2T_1) \cdot 2V = 2 \nu R V \cdot 6T_1 = 12 \nu R T_1 V$$

$$\frac{A_{1,2}}{A_{2,3}} = \frac{\nu R T_1 V}{12 \nu R T_1 V} = \frac{1}{12}$$

ОТВЕТ: 1) $\frac{T_3}{T_1} = 8$; 2) $\frac{A_{1,2}}{A_{2,3}} = \frac{1}{12}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 2.



v_1 - начальная скорость шарика ~~массой~~ массой m_1
 v_{20} - начальная скорость шарика массой m_2
 v_1' - скорость шарика массой m_1 после столкновения
 v_2 - скорость шарика массой m_2 после столкновения

Дано:

m_1 - масса I шарика
 m_2 - масса II шарика
 $v_{20} = 0 \frac{м}{с}$
 $v_1' = \frac{v_1}{2}$

- 1) $\frac{m_2}{m_1} = ?$
 2) $\frac{v_2}{v_1} = ?$

Решение.

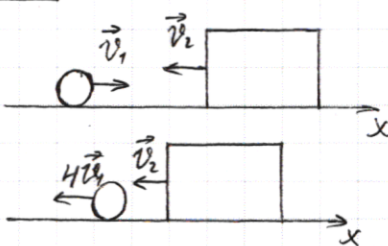
1) По закону импульса силы:
 $m_1 v_1^2 + m_2 v_{20}^2 = m_1 v_1'^2 + m_2 v_2^2$ ($v_{20} = 0 \Rightarrow m_2 v_{20}^2 = 0$)
 $m_1 v_1^2 + 0 = m_1 \left(\frac{v_1}{2}\right)^2 + m_2 v_2^2$
 $m_1 \left(v_1^2 - \frac{v_1^2}{4}\right) = m_2 v_2^2$
 $\frac{3}{4} m_1 v_1^2 = m_2 v_2^2$

2) Выразу отношение масс шариков:
 $\frac{m_2}{m_1} = \frac{3v_1^2}{4v_2^2}$

3) Выразу отношение скорости шарика массой m_2 после столкновения к скорости шарика массой m_1 до столкновения:
 $\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sqrt{3m_1}}{\sqrt{4m_2}} = \frac{\sqrt{3m_1 m_2}}{2m_2}$

ОТВЕТ: 1) $\frac{m_2}{m_1} = \frac{3v_1^2}{4v_2^2}$; 2) $\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sqrt{3m_1 m_2}}{2m_2}$

№ 3



v_1, v_2 - начальные скорости шарика и бруска соответственно
 v_1' - скорость шарика после соударения с бруском.
 m_1, m_2 - массы шарика и бруска соответственно

Дано:

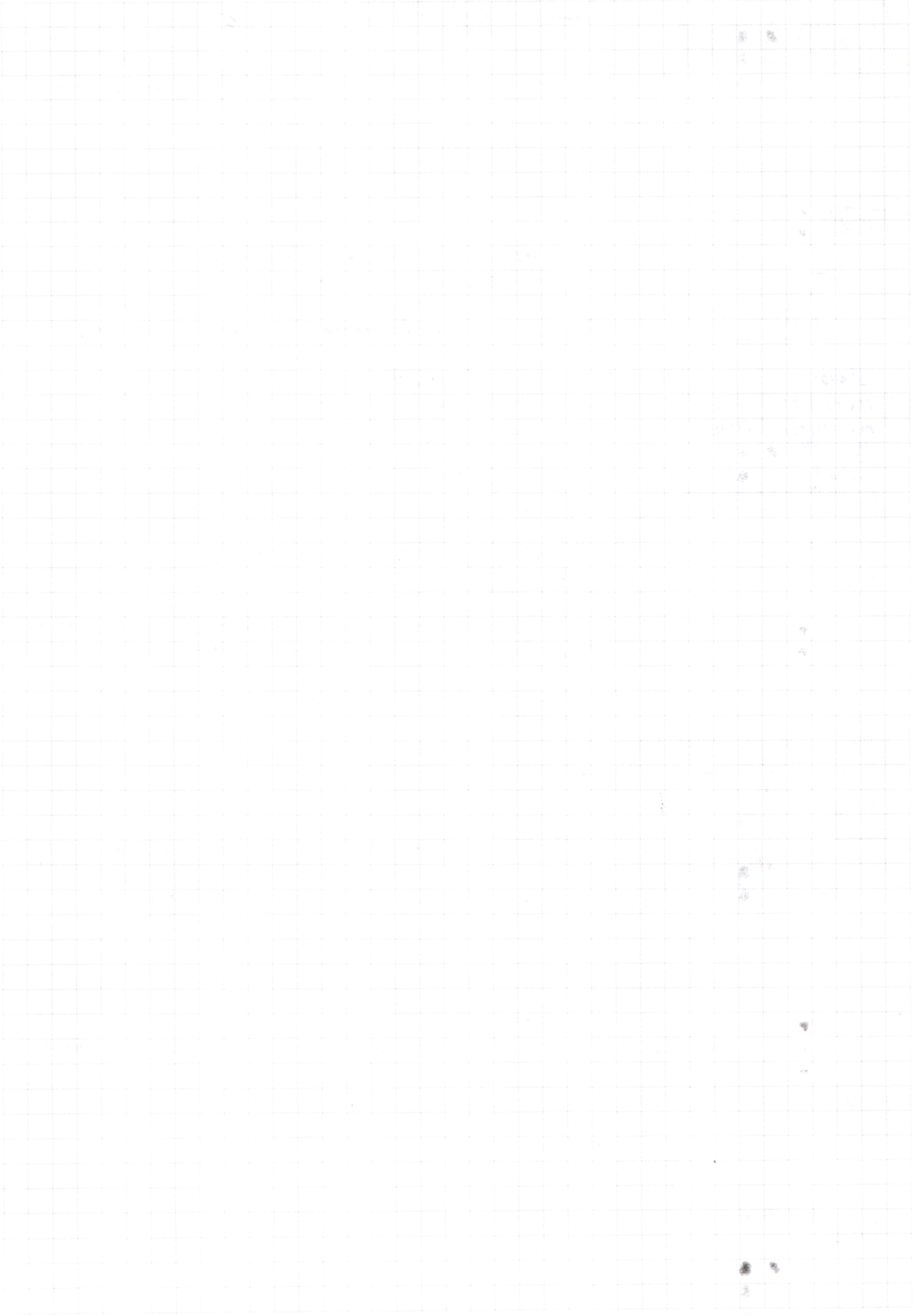
$v_1' = 4v_1$

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

Решение.

- 1) Выберу ось x так, чтобы вектор скорости \vec{v}_1 был сонаправлен с осью Ox .
 Тогда $|\vec{v}_2| = |\vec{v}_1'| + |\vec{v}_2'|$
 $|\vec{v}_2| = 4v_1 + v_1 = 5v_1$
- 2) Найду отношение v_1 к v_2 .
 $\frac{v_1}{v_2} = \frac{v_1}{5v_1} = \frac{1}{5}$

ОТВЕТ: $\frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{5}$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

15-008

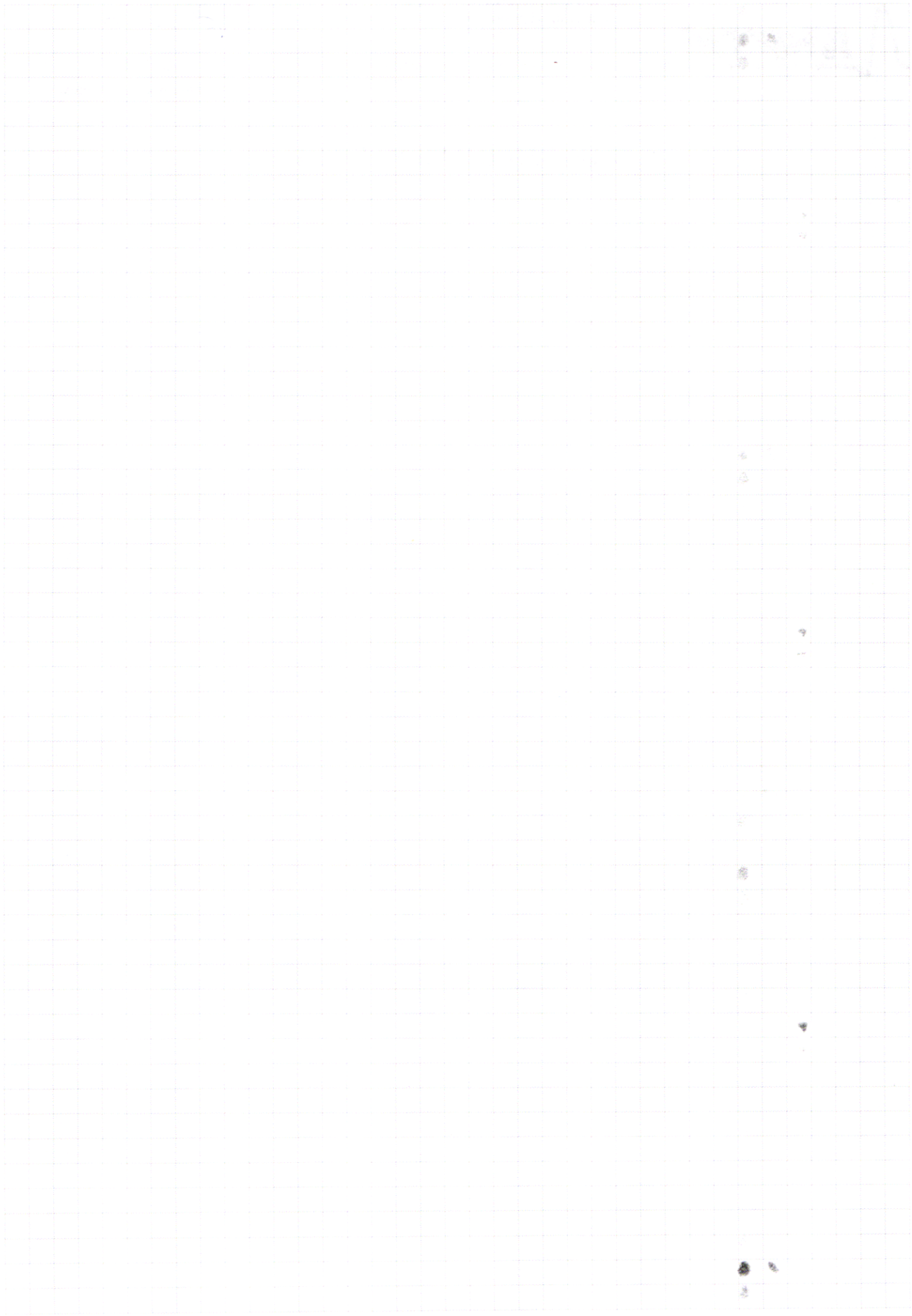
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

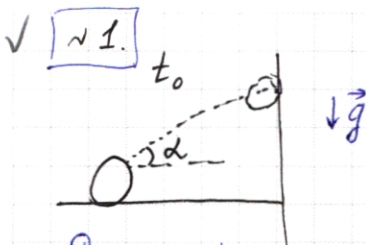
Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

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

$$L = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$\frac{1200}{10} \cdot \frac{5}{20} = \frac{1200}{20} \cdot \frac{5}{20} = 15$$

Дано:
 $\alpha = 60^\circ$
 $t_0 = 2c$
 $g = 10 \frac{м}{с^2}$
 $L = ?$
 $H = ?$

Решение.
1) П.к. после упругого столкновения со стеной мячик упадет на то же место, где лежал вначале, то в точке столкновения со стеной мячик достиг максимальной высоты. Тогда $t_0 = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$

$$v_0 = \frac{gt_0}{2 \sin \alpha}$$

$$v_0 = \frac{10 \frac{м}{с^2} \cdot 2c}{2 \cdot \sin 60^\circ} = \frac{10}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{20}{\sqrt{3}} = \frac{20\sqrt{3}}{3} \left(\frac{м}{с}\right)$$

2) $L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$
 $L = \frac{\left(\frac{20\sqrt{3}}{3}\right)^2 \sin 120^\circ}{10 \frac{м}{с^2}} = \frac{\frac{400}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{10} = \frac{20 \cdot 400\sqrt{3}}{3 \cdot 60} = \frac{20\sqrt{3}}{3} (м)$

3) $H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{\left(\frac{20\sqrt{3}}{3}\right)^2 \sin^2 60^\circ}{20 \frac{м}{с^2}} = \frac{400}{3} \cdot \frac{\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2}{20} = \frac{400}{3} \cdot \frac{3}{8} \cdot \frac{1}{20} = 5 (м)$

Ответ: $L = \frac{20\sqrt{3}}{3} м$; $H = 5 м$.

2. a.



$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{4v_2'^2}{3v_1'^2}$$

Дано:

m_1
 m_2
 $v_1' = \frac{v_1}{2}$
 $v_2 = 0 \frac{м}{с}$
 $\frac{m_2}{m_1} = ?$
 $\frac{m_2}{m_1} \frac{v_2'^2}{v_1'^2} = ?$

Решение.

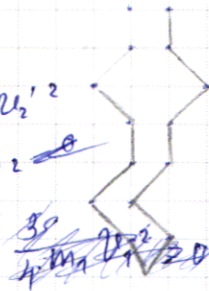
$$m_1 v_1'^2 + m_2 v_2'^2 = m_1 v_1'^2 + m_2 v_2'^2$$

$$m_1 v_1'^2 + 0 = m_1 \left(\frac{v_1'}{2}\right)^2 + m_2 v_2'^2$$

$$m_1 \left(v_1'^2 - \frac{v_1'^2}{4}\right) = m_2 v_2'^2$$

$$m_1 \cdot \frac{3}{4} v_1'^2 = m_2 v_2'^2$$

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{4v_1'^2}{3v_2'^2}$$



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

$$m_1 v_1'^2 + 0 = m_1 \left(\frac{v_1'}{2}\right)^2 + m_2 v_2'^2$$

$$m_1 \left(v_1'^2 - \frac{v_1'^2}{4}\right) = m_2 v_2'^2$$

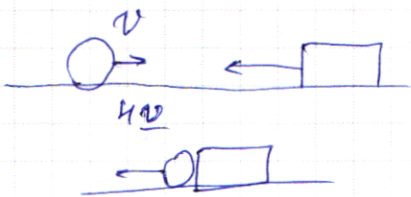
$$\frac{3}{4} v_1'^2 m_1 = m_2 v_2'^2$$

$$\frac{3}{4} m_1 v_1'^2 = m_2 v_2'^2$$

$$\frac{v_2'}{v_1'} = \sqrt{\frac{3m_1}{4m_2}} = \frac{\sqrt{3m_1 m_2}}{2m_2}$$

2) П.к. до столкновения с шариком массой m_1 шарик массой m_2 покоился, то отталкивание скорости шарика массой m_2 (v_2) и скорости шарика массой m_1 (v_1) равны 0. ($v_2 = 0$)

н 3.

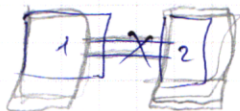


$$m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 = 4m_1 v_3^2 + m_2 v_2'^2$$

$$3m_1 v_1^2 (\neq m_2 (v_2^2 - v_2'^2))$$

$$m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 = 4m_1 v_3^2 + m_2 v_2'^2$$

$$m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 = m_3 v_3^2$$



$\sqrt{V_4}$

2.2.2000

$$V_1 = \frac{1}{2} \text{ моль}$$

$$T_1 = 200 \text{ K}$$

$$V_2 = \frac{1}{3} \text{ моль}$$

$$T_2 = 300 \text{ K}$$

$$T_0 - ?$$

$$\frac{P_3}{P_1} - ?$$

$$P_1 V_1 = \nu_1 R T_1$$

$$P_2 V_2 = \nu_2 R T_2$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\nu_1 R T_1}{\nu_2 R T_2} \Leftrightarrow$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\nu_1 T_1}{\nu_2 T_2}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\frac{1}{2} \text{ моль} \cdot 200 \text{ K}}{\frac{1}{3} \text{ моль} \cdot 300 \text{ K}} = 1 \Rightarrow P_1 = P_2$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} + \frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_3 V_3}{T_3}$$

$$P_1 \frac{\nu_1 R T_1}{T_1} + P_2 \frac{\nu_2 R T_2}{T_2} = \nu_3 R T_3$$

$$\nu_1 + \nu_2 = \nu_3$$

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{5}{6} \text{ моль}$$

$$P_3 V_3 = \nu_3 R T_3$$

$$\frac{P_3}{P_1} = \frac{\nu_3 R T_3 V_1}{V_3 \nu_1 R T_1}$$

$$\frac{P_3}{P_1} = \frac{\frac{5}{6} T_3 V}{\frac{1}{3} V \cdot \frac{1}{2} \cdot 200} = \frac{5 T_3 \cdot 2}{6 \cdot \frac{1}{2} \cdot 200 \cdot 100} = \frac{10 T_3}{60000} = \frac{T_3}{6000}$$

~~$$\frac{P_1 V_1}{T_1} + \frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_3 V_3}{T_3}$$

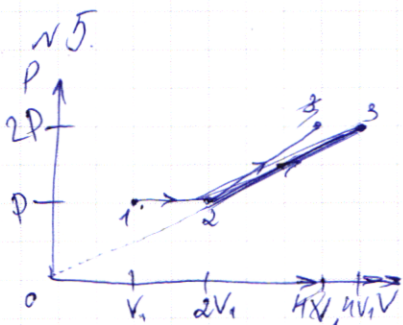
$$\frac{P_1 V_1}{200} = \frac{P_3 \cdot 2V_1}{T_3}$$

$$\frac{P_3}{P_1} = \frac{T_3}{2 \cdot 200} = \frac{T_3}{400}$$~~

$$\frac{2VP_1}{T_1} = \frac{P_1 T_3 \cdot 2V}{2400}$$

$$T_3 = \frac{2400}{200} = 12$$

$$\frac{\frac{5}{6}}{200} = \frac{1.5}{\frac{200 \cdot 600}{100}} = \frac{0.5}{100}$$



1) $P = \text{const}$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$2 = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow T_2 = 2T_1$$

2) $PV = \text{const}$

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_3 V_3}{T_3}$$

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{2P_2 \cdot 2V_2}{T_3}$$

$$\frac{1}{2T_1} = \frac{4}{T_3}$$

$$\frac{T_3}{T_1} = \frac{8}{1}$$

$$\frac{T_3}{T_1} = 8 \text{ (моль)}$$

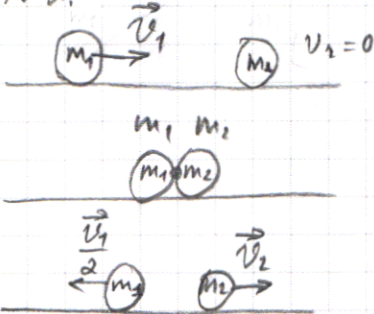
$\frac{T_3}{T_1} - ?$

$A_{1,2} - ?$

$A_{2,3}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~ 2.



$$m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 = m_1 \left(\frac{v_1}{2}\right)^2 + m_2 v_2^2$$

$$m_1 v_1^2 = m_1 \frac{v_1^2}{4} + m_2 v_2^2$$

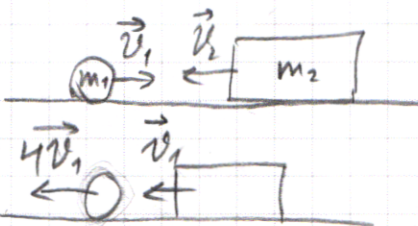
$$\frac{3}{4} m_1 v_1^2 = m_2 v_2^2$$

$$\vec{F}t = m_1 \left(\frac{v_1^2}{4} - v_1^2\right) = \boxed{\frac{3}{4} m_1 v_1^2}$$

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{3v_1^2}{4v_2^2}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{3m_1}{4m_2}} = \frac{\sqrt{3m_1 m_2}}{2m_2}$$

~ 3.



$$P_1 = \frac{v_1 RT_1}{V_1}$$

$$P_1 = \frac{1}{2} \cdot R \cdot 200 = \frac{100 \cdot R}{V}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = ? = \frac{100 \cdot R}{V}$$

$$P_2 = \frac{1}{3} \cdot R \cdot 300 = \frac{100R}{V}$$

$$\Rightarrow P_3 = \frac{100R}{V}$$

$$P_3 = P_1 + P_2$$

$$\frac{v_3 RT_3}{V_3} = \frac{v_1 RT_1}{V_1} + \frac{v_2 RT_2}{V_2}$$

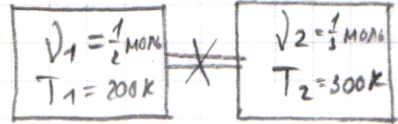
$$\frac{5}{6} T_3 = \frac{1}{2} \cdot 200 + \frac{1}{3} \cdot 300$$

$$\frac{5}{6} T_3 = 100 + 100 = 200$$

$$T_3 = \frac{200 \cdot 6}{5} = 240$$

$$\frac{5}{6} T_3 = 100$$

~ 4.



T3 = ?

P3 = ?

$$v_1 + v_2 = v_3$$

$$v_3 = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{5}{6} \text{ моля}$$

$$P_1 V_1 = \nu_1 RT_1 \quad P_2 V_2 = \nu_2 RT_2$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\nu_1 RT_1 V_2}{\nu_2 RT_2 V_1} = \frac{1}{2} \cdot \frac{200}{3} \cdot \frac{200}{300} = 1 \Rightarrow P_1 = P_2$$

$$P_3 V_3 = \nu_3 RT_3$$

$$2 P_3 \cdot V = \frac{5}{6} RT_3$$

$$P_3 = \frac{5RT_3}{12V}$$

$$\frac{P_3}{P_1} = \frac{5RT_3 \cdot 2V}{12V \cdot R \cdot 200} = \frac{T_3}{240}$$

$$P_3 = P_1 + P_2$$

$$\frac{v_3 RT_3}{V_3} = \frac{v_1 RT_1}{V_1} + \frac{v_2 RT_2}{V_2}$$

$$\frac{5}{6} T_3 = \frac{1}{2} \cdot 200 + \frac{1}{3} \cdot 300$$

$$\frac{5}{12} T_3 = 1 + 1$$

$$\frac{5}{12} T_3 = 2$$

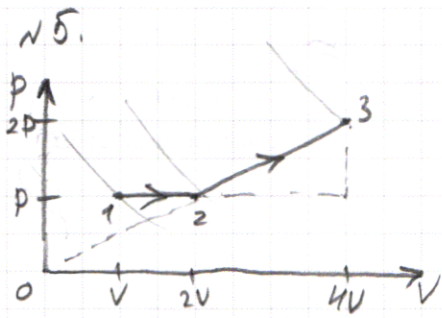
$$T_3 = \frac{2 \cdot 12}{5} = 4,8 \text{ K}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} + \frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_3 V_3}{T_3}$$

$$\frac{1 \cdot 200}{200} + \frac{1 \cdot 300}{300} = \frac{P_3 \cdot 5}{240}$$

$$2 = \frac{5 P_3}{240}$$

$$P_3 = \frac{2 \cdot 240}{5} = 96$$



1) $P = \text{const}$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{T_3}{T_1} = 8$$

$$T_2 = 2T_1$$

2) $P = \text{const}$

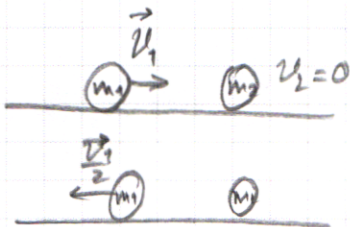
$$A = \int R \Delta T \Delta V$$

$$A_{2,1} = \int R (T_2 - T_1) \Delta V = \int R (2T_1 - T_1) \Delta V = \int R T_1 \Delta V = \int R T_1 V$$

$$A_{3,2} = P \Delta V = \int R (T_3 - T_2) (4V - 2V) = \int R (8T_1 - 2T_1) (2 \cdot V) = \int R \cdot 6T_1 \cdot 2V = 12 \int R T_1 V$$

$$m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 = (m_1 + m_2) v_3^2$$

№ 2.



$v_1 =$

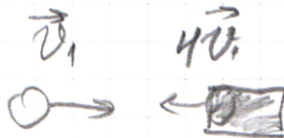
ПО ЗАКОНУ ИМПУЛЬСА СЛАН

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

$$m_1 v_1^2 + 0 = m_1 \left(\frac{v_1}{2}\right)^2 + m_2 v_2'^2$$

$$\frac{3}{4} m_1 v_1^2 = m_2 v_2'^2$$

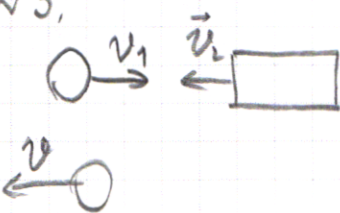
$$\sqrt{\frac{3m_1}{4m_2}} = \frac{1}{2}$$



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

$$\sqrt{\frac{3m_1}{4 \cdot 2m_1}} = \sqrt{\frac{3}{8}} = \frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{6}}{4}$$

№ 3.



$$|v_2 + 5v_1| = |4v_1|$$