

# Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 10

Шифр 10-003

(заполняется секретарём)

## Вариант 10-03

1. Мальчик бьет ногой по мячу, который лежал на горизонтальной поверхности земли, на некотором расстоянии от вертикальной стены дома. Мяч полетел под углом  $\alpha=30^\circ$  к горизонту и после упругого столкновения со стеной упал через время  $t_0=1,5$  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  $10 \text{ м/с}^2$ .

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 3 раза меньшей начальной.

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

3. Навстречу шарик, 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 2 раза больше его начальной скорости.

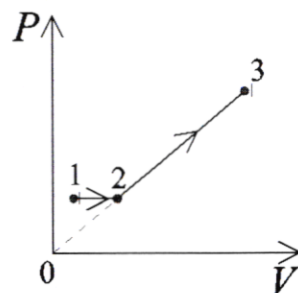
Найти отношение скоростей движения шарика и бруска до столкновения.

4. В двух теплоизолированных сосудах одинакового объема, соединенных короткой трубкой с закрытым краном, находятся  $\nu_1=1/3$  моль одноатомного идеального газа при температуре  $T_1=300 \text{ К}$  и  $\nu_2=1/5$  моль другого одноатомного идеального газа при температуре  $T_2=500 \text{ К}$ . 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  $T_2$ .

5. Объем идеального газа увеличивается в  $n=3$  раза в изобарическом процессе, а затем еще раз увеличивается в  $n=3$  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.

$$\alpha = 30^\circ$$

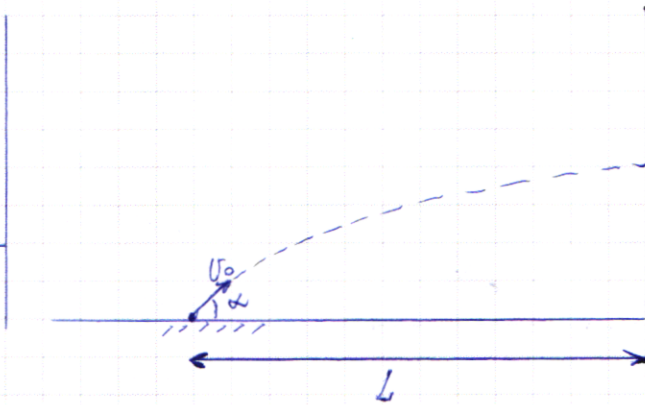
$$t_0 = 1,5 \text{ c}$$

$$l = 2L$$

1)  $L$  - ?

2)  $H$  - ?

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



Т.к. столкновение  
шара со стеной  
H упругое, и шар  
улетит на то же  
место, где лежал  
вначале, то он

ударившая о стену, находится в вершине своей траектории  
и пролетит путь  $l = 2L$ . Можно записать:

$$2L = v_0 \cos \alpha t_0$$

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

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

$$2L = \frac{gt_0^2 \cos \alpha}{2 \sin \alpha} \quad L = \frac{gt_0^2 \cos \alpha}{4}$$

$$H = \left(\frac{gt_0}{2}\right)^2 : 2g = \frac{g^2 t_0^2}{4 \cdot 2g} = \frac{gt_0^2}{8}$$

$$L = \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 2,25 \text{ c}^2 \cdot \sqrt{2}}{4 \cdot 6} = 0,9375 \sqrt{2} \text{ м} \approx 1,32 \text{ м}$$

$$H = \left(\frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 2,25 \text{ c}^2}{8}\right) = 2,8125 \text{ м}$$

Ответ:  $L = 1,32 \text{ м}$        $H = 2,8125 \text{ м}$

2.

$m_1$

$m_2$      $v_2 = 0$

$v_1 = 3u_1$

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

$\frac{u_2}{u_1} - ?$

Исходя из з. сохр. импульса и мех. энергии, можно

записать  $m_1 v_1 = m_1 u_1 + m_2 u_2$  ( $v_2 = 0$  и  $m_2 v_2 = 0$ )

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1 u_1^2}{2} + \frac{m_2 u_2^2}{2}$$

$$\begin{cases} m_1 \cdot 3u_1 = m_1 u_1 + m_2 u_2 \\ m_1 (3u_1)^2 = m_1 u_1^2 + m_2 u_2^2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} m_1 \cdot 2u_1 = m_2 u_2 \quad (I) \\ m_1 \cdot 8u_1^2 = m_2 u_2^2 \quad (II) \end{cases} \quad \text{II} : \text{I} \rightarrow$$

$\text{II} : \text{I} \rightarrow$

$$\rightarrow \frac{m_1 2u_1}{m_1 2u_1} = \frac{m_2 u_2}{m_2 u_2} \Leftrightarrow 4u_1 = u_2 \Rightarrow m_1 2u_1 = m_2 4u_1$$

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{2u_1}{4u_1} = \frac{1}{2} = 0,5$$

Скорость ш.  $m_2$  после столкновения  $u_2 = 4u_1$   
 Скорость ш.  $m_1$  до столкновения  $v_1 = 3u_1$   $\Rightarrow \frac{u_2}{v_1} = \frac{4u_1}{3u_1} = \frac{4}{3} \approx 1,3$

Ответ:  $\frac{m_2}{m_1} = 0,5$ ;  $\frac{u_2}{v_1} \approx 1,3$ .

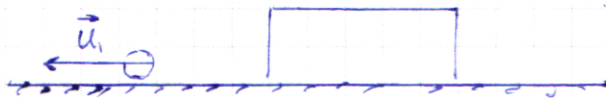
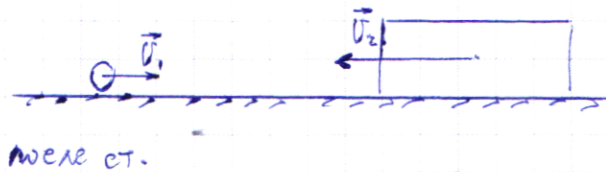
3

$$M \gg m$$

до ст.

$$u_1 = 2v_1$$

$$v_1/v_2 = ?$$



$$\begin{cases} m v_1 + M v_2 = m 2v_1 + M u_2 \\ m v_1^2 + M v_2^2 = m 4v_1^2 + M u_2^2 \\ M(v_2 - u_2) = m v_1 \quad I \\ M(v_2^2 - u_2^2) = m 3v_1^2 \quad II \end{cases}$$

$$\frac{II}{I} : \frac{M(v_2^2 - u_2^2)}{M(v_2 - u_2)} = \frac{m 3v_1^2}{m v_1} = \frac{M(v_2^2 - u_2^2)}{M(v_2 - u_2)} = \frac{M(v_2 + u_2)}{M(v_2 - u_2)}$$

$$3v_1 = v_2 + u_2$$

$$\frac{3v_1}{v_2} = \frac{v_2 + u_2}{v_2}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{v_2 + u_2}{3v_2}$$

4

$$V_1 = V_2 = V \quad i = 3$$

$$V_1 = \frac{1}{3} \text{ моль} \quad T_1 = 300K$$

$$V_2 = \frac{1}{3} \text{ моль} \quad T_2 = 500K$$

1)  $T$  - ?

2)  $P/P_2$  - ?

$$pV = \nu RT \quad u = \frac{i}{2} pV \text{ - применим эти формулы}$$

маг. соем. I ос.  $p_1 V = \nu_1 R T_1 \quad u_1 = \frac{3}{2} p_1 V$

маг. соем. II ос.  $p_2 V = \nu_2 R T_2 \quad u_2 = \frac{3}{2} p_2 V$

кэмер. соем.  $u = u_1 + u_2 = \frac{3}{2} p_1 (V+V) = 3p_1 V \quad u_1 + u_2 = 3p_1 V$

$$u_1 + u_2 = \frac{3}{2} p_1 V + \frac{3}{2} p_2 V = \frac{3}{2} (p_1 V + p_2 V)$$

$$\frac{3}{2} (p_1 V + p_2 V) = 3p_1 V \Leftrightarrow \frac{p_1 V + p_2 V}{2} = p_1 V$$

$$p_1 V + p_2 V = 2p_1 V$$

### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4) продолжение

$$\nu_1 R T_1 + \nu_2 R T_2 = 2(\nu_1 + \nu_2) R T$$

$$\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2 = 2(\nu_1 + \nu_2) T$$

$$T = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{2(\nu_1 + \nu_2)}$$

$$T = \left( \frac{\frac{1}{5} \cdot 300 + \frac{1}{5} \cdot 500}{2 \left( \frac{8}{15} \right)} \right) R = \left( \frac{100 + 100}{\frac{16}{15}} \right) R \quad \frac{16}{15} \approx 1$$

$$T \approx 200 K$$

$$\frac{P'}{P_2} = \frac{(\nu_1 + \nu_2) R T}{\nu_2 R T_2}$$

$$\frac{P'}{P_2} = \frac{(\nu_1 + \nu_2) T}{\nu_2 T_2} \approx \frac{0,5 \cdot 200}{\frac{1}{5} \cdot 500} \approx 1$$

Ответ: 1)  $T \approx 200 K$  2)  $\frac{P'}{P_2} \approx 1$

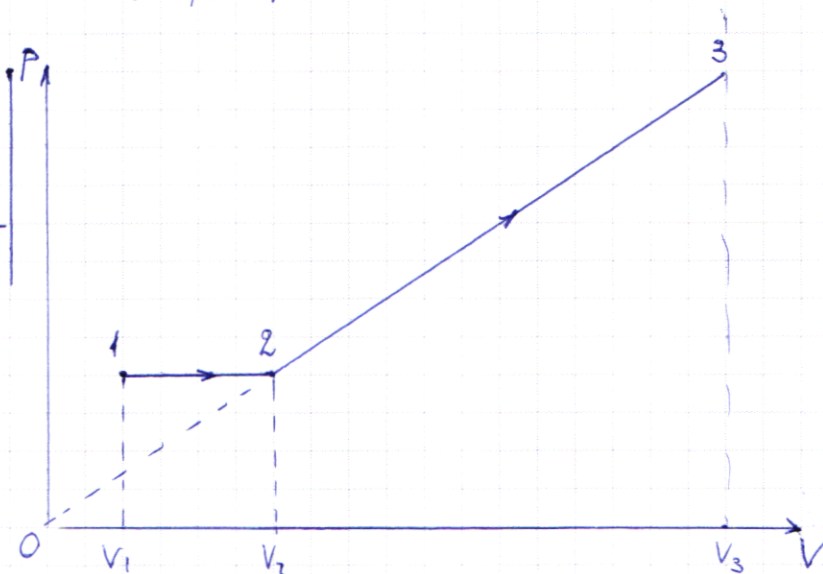
5)

$$\nu_2 = 3\nu_1 \quad (p = \text{const})$$

$$\nu_3 = 3\nu_2 \quad (p \sim V)$$

1)  $T_3/T_1$  - ?

$A_{12}$  - ?  
 $A_{23}$  - ?



1)  $p_1 = p_2 = p$  тогда 1.  $p_1 V_1 = \nu R T_1$

2.  $p_2 V_2 = \nu R T_2 \Leftrightarrow p 3V_1 = \nu R 3T_2$

3.  $p_2 = k V_2$  и  $p_3 = k V_3$

$$\frac{p_3}{p_2} = \frac{k V_3}{k V_2} = \frac{k 3V_2}{k V_2} = 3 \Rightarrow p_3 V_3 = \nu R T_3 \Leftrightarrow 3 p_2 3V_2 = \nu R T_3$$

$$9 p_2 V_2 = 9 \cdot \nu \cdot R \cdot T_2 = 9 \cdot \nu \cdot R \cdot 3T_1 \Leftrightarrow \nu \cdot R T_3 = 27 \nu \cdot R T_1 \text{ и } T_3/T_1 = 27$$

2)  $A_{12} = p_1 (V_2 - V_1) = p (3V_1 - V_1) = 2 p V_1$

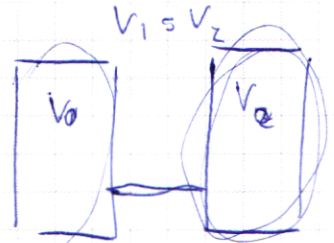
$$A_{23} = \Delta p_3 (V_3 - V_2) = 2 p_2 (3V_2 - V_2) = 2 p_2 2V_2 = 4 p V_2 = 4 p \cdot 3V_1 = 12 p V_1$$

5) продолжение

$$\frac{A_{12}}{A_{23}} = \frac{2pV_1}{12pV_1} = \frac{1}{6}$$

Ответ: 1)  $T_3/T_1 = 27$     2)  $A_{12}/A_{23} = \frac{1}{6}$

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

4. 

$$p_1 V = \nu_1 \cdot R T_1, \quad V = \frac{\nu_1 R T_1}{p_1} = \frac{\nu_2 R T_2}{p_2}$$

$$p_2 V = \nu_2 \cdot R T_2, \quad \frac{\nu_1 R T_1 p_2}{p_1 \nu_2 R T_2} = 1 \quad \nu_1 T_1 p_2 = \nu_2 p_1 T_2$$

$$p_1 = \frac{\nu_1 R T_1}{V}$$

$$V = \nu V_m$$

$$\nu_1 + \nu_2 = \frac{V}{V_m} + \frac{V}{V_m} = \frac{2V}{V_m}$$

$$V = \nu_1 + \nu_2$$

$$\nu_1 V_m + \nu_2 V_m = \nu V_m$$

$$U = \frac{5}{2} p \cdot V$$

$$U = U_1 + U_2$$

$$U = \frac{5}{2} p_1 V + \frac{5}{2} p_2 V = \frac{5}{2} V (p_1 + p_2) \quad \frac{5}{2} = \frac{5}{2} 2V p'$$

$$U = \frac{5}{2} \nu_1 R T_1 + \frac{5}{2} \nu_2 R T_2 = \frac{5}{2} R (\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2) = \nu R (\nu_1 + \nu_2) V_m$$

$$\Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{\nu_1 T_1}{\nu_2 T_2}$$

$$\frac{\nu_1 R T_1}{p_1} = \frac{\nu_2 R T_2}{p_2} \quad R \left( \frac{\nu_1 T_1}{p_1} - \frac{\nu_2 R T_2}{p_2} \right) = 0$$

$$R \left( \frac{\nu_1 T_1 p_2 - \nu_2 T_2 p_1}{p_1 p_2} \right) = 0$$

$$\nu_1 T_1 p_2 - \nu_2 T_2 p_1 = 0$$

Реш.

$$p_1 V = \nu_1 R T_1$$

$$p_2 V = \nu_2 R T_2$$

$$U_1 = \frac{5}{2} p_1 V$$

$$U_2 = \frac{5}{2} p_2 V$$

Ком.  $U = U_1 + U_2 = \frac{5}{2} p' (V + V) = \frac{5}{2} p' 2V = 5 p' V$

$$\frac{5}{2} p_1 V + \frac{5}{2} p_2 V = 5 p' V$$

$$0,5 \cdot \frac{100}{100}$$

$$\left( \frac{5}{2} p_1 + \frac{5}{2} p_2 \right) V = 5 p' V$$

$$\frac{1}{2} p_1 + \frac{1}{2} p_2 = p'$$

$$\frac{p_1 + p_2}{2} = p' \quad \Leftrightarrow \frac{p_1 V + p_2 V}{2} = p' V$$

$$\frac{\nu_1 R T_1 + \nu_2 R T_2}{2} = \nu_x R \cdot T \quad | \cdot 2 : R$$

$$\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2 = \nu_x T = \nu_1 T + \nu_2 T_2 + (\nu_1 + \nu_2) T$$

$$\frac{15}{8}$$

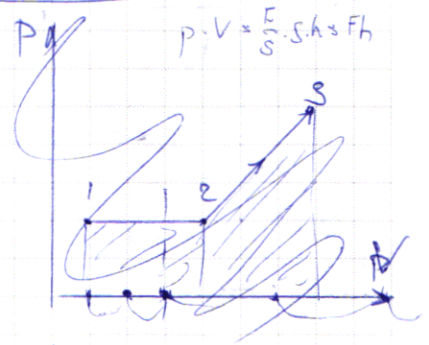
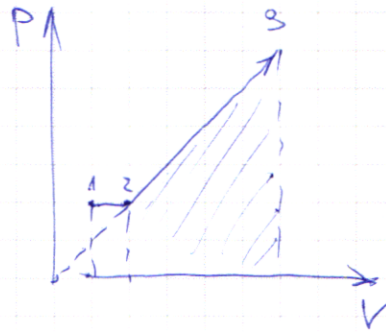
$$0,2 \quad 0,3$$

$$0,5$$

$$\overline{v} = \frac{v_1 T_1 + v_2 T_2}{v_1 + v_2}$$

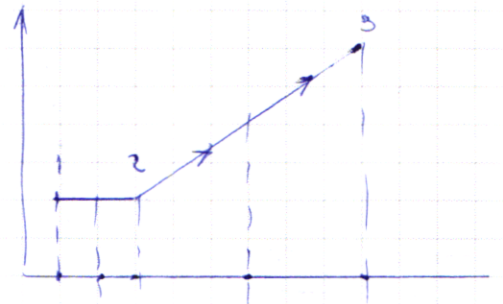
5  $pV = \nu RT$

- $p$  const  $\nu T$  const
- $V$  const  $\frac{T}{p}$  const
- $T$  const  $pV$  const



1  $p_1 V_1 = \nu R T_1$   
 2  $p_2 V_2 = \nu R T_2$   
 $p_3 = k V_3$

$p_1 \cdot 3V_1 = \nu R T_2 = \nu R 3T_1$   
 $p_3 V_3 = \nu R T_3$



$p \propto V$

$p \cdot 3V_1 \quad V_3 = 3V_2$

$\frac{(p_2 + p_3) \Delta V}{2}$

$3p_2 \cdot 3V_2 = 9(\nu R 3T_1)$   
 $(27T_1)$

$A = p \Delta V = p_2 \cdot 3V_1 \quad p(V_2 - V_1) = p_2 V_1$

$A = 3p_2 V_2 = 9p_2 V_2$

$2p_2 \cdot 2V_2 = 4p_2 V_2 = 4p V_2 = 4p \cdot 3V_1 = 12p V_1$

$\frac{4.5}{3} = 1.5 \times$

$\frac{2pV_1}{8pV_1} = \frac{1}{4}$

$p_2 = kV_2$   
 $p_3 = kV_3$   
 $\frac{p_3}{p_2} = \frac{kV_3}{kV_2} = \frac{V_3}{V_2}$

$\frac{(p_3 + p_2)(V_3 - V_2)}{2}$   
 $\frac{2p_2 \cdot 2V_2}{2} = 2V_2$

$\times 0,9375$   
 $\frac{19375}{437500}$   
 $\frac{9375}{1821875} = 0,9375 \sqrt{2}$

$\frac{6 \cdot 4}{2} = 3 \cdot 4$   
 $\frac{2 \cdot 1,7}{2} = 1 \cdot 1,7$

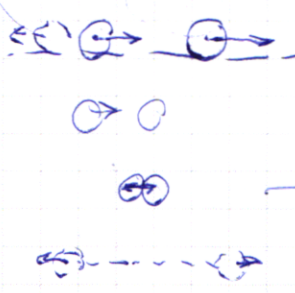
$\frac{3 \cdot 4}{1,7}$   
 $\frac{120}{1,7}$

$\frac{22,5}{8}$   
 $\frac{16}{2,8125} \cdot 3$   
 $\frac{65}{64} = \frac{24}{11}$   
 $\frac{10}{9} = \frac{22}{21}$   
 $\frac{3}{20} = \frac{21}{15}$   
 $0,9375 \sqrt{2}$   
 $0,9375 \cdot 1,4$



$$m_1 3v_1' = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

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



$$v_1 = v_1' + v_2'$$

$$3v_1' = v_1' + v_2'$$

$$2v_1' = v_2'$$

$$v_1 = \frac{v_2'}{2} + v_2'$$

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

$$2v_1 = 3v_2'$$

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

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

$$\frac{m_2 v_2'}{m_1 v_1} = 2 \quad (II)$$

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

$$m_1 2v_1 = m_2 4v_1'$$

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{2v_1}{4v_1'} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{4v_1}{8v_1} = \frac{1}{2}$$

$$E_{k1} = E_{k1}' + E_{k2}'$$

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

$$m_1 (3v_1')^2 = m_1 v_1'^2 + m_2 v_2'^2$$

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

$$\frac{m_2 v_2'^2}{m_1} = 8v_1'^2 = \frac{8v_1'^2}{v_2'^2}$$

$$\frac{E_{k2}'}{E_{k1}'} = \frac{m_1 v_1'^2}{2 m_2 v_2'^2} = \frac{m_1 8v_1'^2}{m_2 v_2'^2} = 9$$

$$E_{k2}' : E_{k1}' = 9 : 1$$

$$E_{k1}' : E_{k2}' = 1 : 9$$

$$\frac{m_1 v_1'^2}{2} : \frac{m_2 v_2'^2}{2} = 1 : 9$$

$$\frac{m_2 v_2'^2}{2} = 8v_1'^2$$

$$v_1 = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

$$v_2 = \frac{(m_2 - m_1)v_2 + 2m_1 v_1}{m_1 + m_2}$$

$$m_1 8v_1'^2 = m_2 (16v_1'^2)$$

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{8v_1'^2}{16v_1'^2} = \frac{1}{2}$$

$$2m_1 u_1 + m_2 u_2 = 2m_3 u_1$$

$$m_1 u_2 = m_3 u_1$$

$$M v_2 = m_2 v_1 + M u_2$$

$$M_{ш} \ll M_B \quad M_{ш} v_1 + M_B v_2 = M_{ш} u_1 + M_B u_2$$

$$u_1 = 2v_1 \quad \frac{M_{ш} v_1^2}{2} + \frac{M_B v_2^2}{2} = \frac{M_{ш} u_1^2}{2} + \frac{M_B u_2^2}{2}$$

$$M v_1^2 + M v_2^2 = M u_1^2 + M u_2^2$$

$$v_1 = \frac{m u_1 + M u_2 - M v_2}{M} = \frac{M(u_2 - v_2) + m u_1}{M}$$

$$v_2 = \frac{m u_1 + M u_2 - M v_1}{M} = \frac{m(u_1 - v_1) + M u_2}{M}$$

$$M v_1 + M v_2 = m u_1 + M u_2 \quad M v_2 - M u_2 = m v_1 \quad M(v_2 - u_2) = m v_1 \quad \frac{M}{m} = \frac{v_1}{v_2 - u_2}$$

$$M v_1^2 + M v_2^2 = m u_1^2 + M u_2^2 \quad M v_2^2 - M u_2^2 = m v_1^2 \quad M(v_2^2 - u_2^2) = m v_1^2 \quad \frac{M}{m} = \frac{v_1^2}{v_2^2 - u_2^2}$$

$$M v_1 + M v_2 = m u_1 + M u_2 \quad u_2 \rightarrow 0$$

$$M v_2 = m 2v_1$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{m}{2M}$$

$$v_1 = -m_2 v_1 + 2m_2 v_2$$

$$v_1 \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

$$v_2 \frac{(m_2 - m_1)v_2 + 2m_1 v_1}{m_1 + m_2}$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1.  
 $\alpha = 30^\circ$   
 $t_0 = 1,5c$   
 $L = ?$   
 $H = ?$

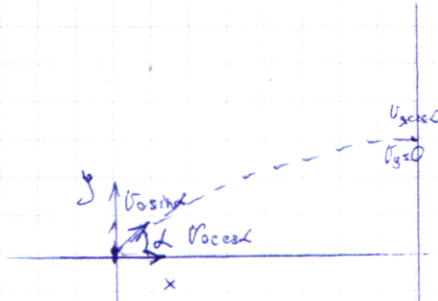
$g = 10 \frac{m}{c^2}$

$$H = \frac{(v \sin \alpha)^2}{2g}$$

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

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

$$2,5 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot \sqrt{2} = \frac{2,5 \cdot 10 \cdot 1,5^2}{2}$$



$x(t) = x_0 + v_0 \cos \alpha t = v_0 \cos \alpha t$

$y(t) = y_0 + v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$

$(v_0 \cos \alpha)^2 + (v_0 \sin \alpha)^2 = v_0^2$

$v_0 \cos \alpha \cdot t_0 = 2L$

$v_0 \sin \alpha \cdot \frac{t_0}{2} - \frac{gt_0^2}{4} = H$

$2L = v_0 \cos \alpha t_0$

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

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

$L = 2L$

$2L = L$

$L = v_0 \cos \alpha \cdot t_0$

$v_0 \sin \alpha \cdot \frac{t_0}{2}$

$v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = H$

$\frac{gt^2}{2} + v_0 \sin \alpha t - H = 0$

$D = (v_0 \sin \alpha)^2 - 4 \cdot \frac{gH}{2}$

$v_0 t - \frac{gt^2}{2} = y = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$

$\frac{1}{4} + \frac{3 \cdot 8}{2 \cdot 4} = \frac{10}{4}$

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

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

$2L = \frac{gt_0}{2 \sin \alpha} \cdot \cos \alpha t_0$

$2L = \frac{gt_0^2 \cos \alpha}{2 \sin \alpha}$

$\frac{10 \cdot 2,25 \cdot \sqrt{2}}{6 \cdot 4}$

|    |
|----|
| 1+ |
| 2+ |
| 3  |
| 4+ |
| 5+ |

$\frac{\sqrt{2}}{3} : \frac{1}{2}$

$\frac{gt}{2} = H$

$\frac{1}{4} + \frac{8}{4} = 1$

$\sin 30 = 0,5$   
 $\cos 30 = \frac{\sqrt{3}}{2}$

2.  $M_1$

$M_2$

$v_2 = 0$

$v_1 = 30 v_1'$

$\frac{M_2}{M_1} = ?$

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

$p_1 = p_1' + p_2'$   
 $v_1' : v_2' = M_2 : M_1$

$v_1 = v_1' + v_2'$

$M_1 v_1 + M_2 v_2 = M_1 v_1' + M_2 v_2' \quad v_2 = 0$

$M_1 v_1 = M_1 v_1' + M_2 v_2'$

$M_1 \cdot 30 v_1' = M_1 v_1' + M_2 v_2'$

$M_1 \cdot 20 v_1' = M_2 v_2'$

$\frac{M_1}{M_2} = \frac{v_2'}{20 v_1'}$

$\frac{v_2'}{20 v_1'} = \frac{v_2'^2}{80 v_1'^2}$

$\frac{M_1 v_1^2}{2} + \frac{M_2 v_2^2}{2} = \frac{M_1 v_1'^2}{2} + \frac{M_2 v_2'^2}{2} \quad v_2 = 0$

$\frac{M_1 v_1^2}{2} = \frac{M_1 v_1'^2}{2} + \frac{M_2 v_2'^2}{2}$

$M_1 v_1^2 = M_1 v_1'^2 + M_2 v_2'^2$

$M_1 (30 v_1')^2 = M_1 v_1'^2 + M_2 v_2'^2$

$M_2 (20 v_1')^2 = M_1 v_1'^2 + M_2 v_2'^2$

$M_1 \cdot 80 v_1'^2 = M_2 v_2'^2$

$\frac{M_1}{M_2} = \frac{v_2'^2}{80 v_1'^2}$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

10-003

ШИФР

(заполняется секретарём)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Grid area for writing the answer.

черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)