

# Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

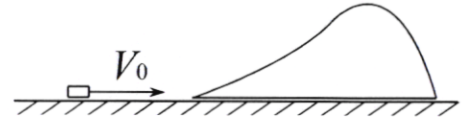
Шифр 06-015

(заполняется секретарём)

## Вариант 11-04

1. Небольшой шарик висит на легкой нити длиной 18 см. Какую минимальную горизонтальную скорость надо сообщить шарика, чтобы он, двигаясь по окружности, совершил полный оборот в вертикальной плоскости? Принять  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

2. Небольшая монета массой  $m$  скользит по гладкому горизонтальному столу со скоростью  $v_0$  к неподвижной незакрепленной горке массой  $4m$  (см. рис.). Монета въезжает на горку, движется по ней без трения и отрыва и съезжает с горки в обратном направлении.

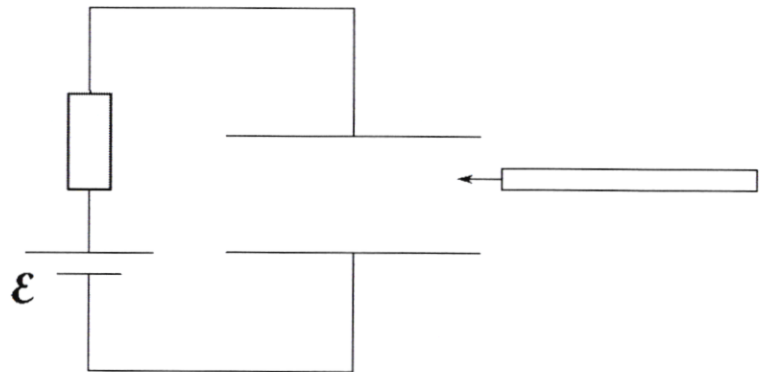


- 1) На какую максимальную высоту поднимается монета?
- 2) С какой скоростью монета съезжает с горки?

3. Теплоизолированный сосуд объемом  $V = 8,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$  разделен перегородкой на две части с различными объемами. В первой части находится гелий при температуре  $127 \text{ }^\circ\text{C}$  в количестве  $\nu_1 = 0,1$  моль. Во второй части находится гелий при температуре  $7 \text{ }^\circ\text{C}$  в количестве  $\nu_2 = 0,4$  моль. Перегородка прорывается.

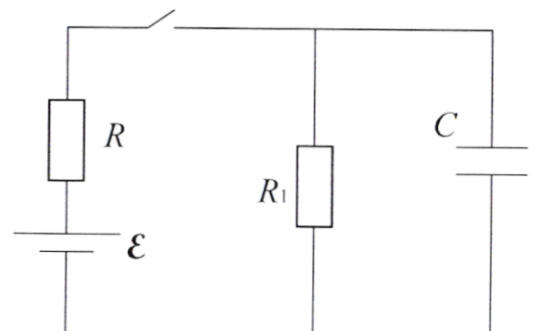
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

4. Плоский воздушный конденсатор емкостью  $C_0$  подсоединен через резистор к источнику с ЭДС  $\varepsilon$  (см. рис.). В конденсатор вводят параллельно обкладкам незаряженную проводящую пластину и располагают ее напротив обкладок. Форма поверхности пластины совпадает с формой поверхности обкладок. Толщина пластины в 3 раза меньше расстояния между обкладками.



- 1) Найти емкость конденсатора с пластиной.
- 2) Какой заряд пройдет через резистор после начала введения пластины?

5. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут. Параметры цепи указаны на схеме. Внутреннее сопротивление источника «содержится» в  $R$ ,  $R_1=4R$ . Ключ замыкают. После достижения в цепи установившегося режима ключ размыкают. Известными величинами считать  $C$ ,  $\varepsilon$ ,  $R$ .



- 1) Найти ток через источник сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти установившееся напряжение на конденсаторе при замкнутом ключе.
- 3) Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?

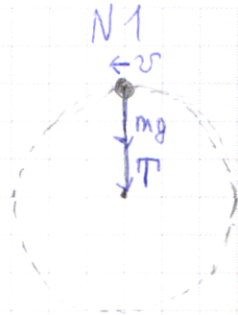


## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$$l = 18 \text{ см} = 0,18 \text{ м}$$

$v_{\min} = ?$



$$|v| = \text{const}$$

1) Движение равномерное по окружности, ~~здесь  $T$  (сила натяжения нити), значит  $a = \frac{v_{\min}^2}{l}$~~   $a = \frac{v^2}{l}$  (направлена к центру)

2) В нижней точке траектории величина шарика  $T$  (сила натяжения нити) = 0, при максимальной скорости.

$$\text{По 2ЗН: } m\vec{g} + \vec{T} = m\vec{a}$$

$$\text{но } \vec{T} = 0$$

$$mg = ma$$

$$a = g = \frac{v_{\min}^2}{l} \Rightarrow v_{\min} = \sqrt{gl} =$$

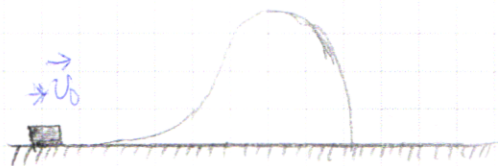
$$= \sqrt{10 \cdot 0,18} = \sqrt{10 \cdot 0,09 \cdot 2} =$$

$$= \sqrt{2 \cdot 5 \cdot 0,09 \cdot 2} = \sqrt{2^2 \cdot 0,3^2 \cdot 5} =$$

$$= 2 \cdot 0,3 \sqrt{5} = 0,6 \sqrt{5} \approx 1,344 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\text{Ответ: } v_{\min} \approx 1,344 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

N 2



$$m_{\text{массы блока}} = m$$

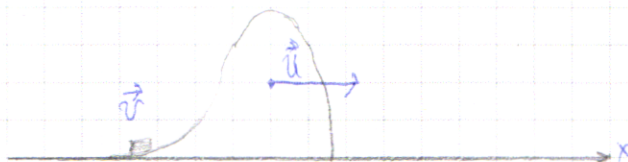
$$m_{\text{массы горки}} = 4m$$

$$v_{\text{начальная}} = v_0$$

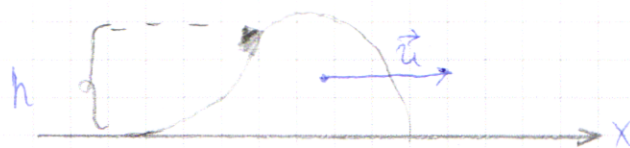
$$h = ?$$

$$v^* = ?$$

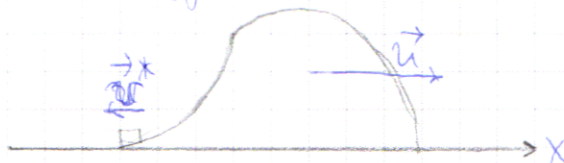
Взрыв



столкновение



свезг



1) По ЗСМ:

$$\textcircled{1} m v_0 = m v + 4 m u$$

$$\textcircled{2} m v - m u = m u$$

$$v = 2u = \frac{v_0}{3}$$

$$v_0 = v + 4u = 2u + 4u = 6u$$

$$u = \frac{v_0}{6}$$

2) По ЗСЭ

Взрыв

АА

2) изменение в 00 горки

$$v_{\text{горки}} = u$$

$$v_{\text{блока}} = v$$

$$v_{\text{относ}} = v - u = -v^* + u = u - v^*$$

$$v = -v^*$$

По ЗСЭ:

$$\frac{m(v-u)^2}{2} = mgh / m$$

$$\frac{(v-u)^2}{2} = gh$$

$$h = \frac{(v-u)^2}{2g}$$

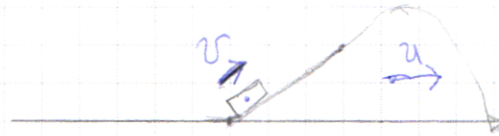
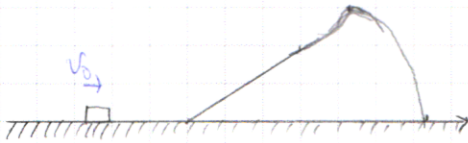
$$= \frac{\left(\frac{v_0}{3} - \frac{v_0}{6}\right)^2}{2g} = \frac{\frac{v_0}{6}}{2g} = \frac{v_0}{12g}$$

$$\text{Ответ: } v^* = -v = -\frac{v_0}{3}, h = \frac{v_0}{12g}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

Платоко възвзает (момент)



$$m_{\text{шарика}} = m$$

$$m_{\text{корки}} = 4m$$

По ЗСИ

$$mv_0 = mv + 4mu$$

По ЗСЭ

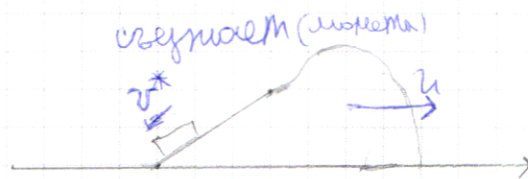
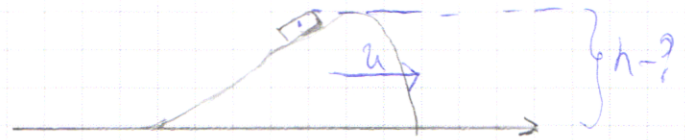
$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{4mu^2}{2}$$

$$\frac{v_0^2}{2} = \frac{v^2}{2} + \frac{4u^2}{2}$$

$$v_0 = v + 4u$$

$$v_0 =$$

$$\begin{cases} \frac{v^2}{2} = \frac{v_0^2}{2} - \frac{4u^2}{2} \\ v = v_0 - 4u \end{cases} \Rightarrow \frac{v}{2} = \frac{(v_0^2 - 4u^2)}{2} = \frac{(v_0 - 2u)(v_0 + 2u)}{2(v_0 - 4u)}$$



$$v^* = ?$$

$$h = ?$$

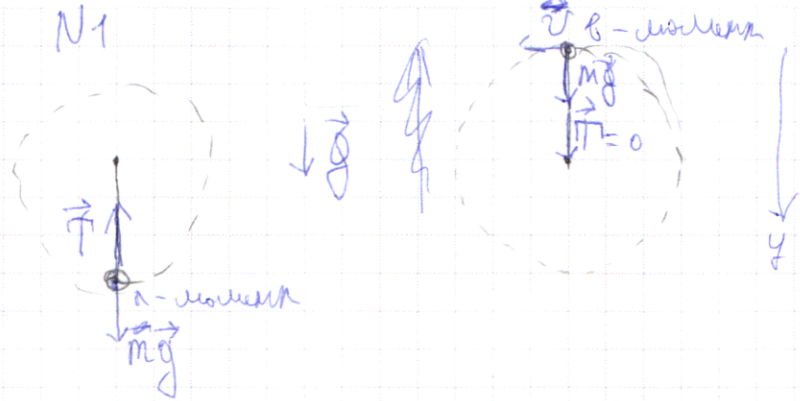


черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:  
 $l = 18 \text{ см} = 0,18 \text{ м}$   
 $v_{\text{min}} = ?$



~~$2 \frac{v_{\text{min}}^2}{r}$~~

По 23 Н: движение равномерное по окружности, значит

$T + m$   ~~$a_{\text{cent}} = a_n = \frac{v_{\text{min}}^2}{r}$~~

~~В момент в координате~~

по 23 Н:  $v$

$m\vec{g} + \vec{T} = m\vec{a}$

Оу:  $T + mg = ma$

Ох: 0

по 23 Н

$mg - T = ma$

$2mg + T = 0$

$|mg| = |T|$

$mg = ma$

$a = 10 \frac{v^2}{r^2} = \frac{v^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{10 \cdot r} = \sqrt{10 \cdot 0,18} = \sqrt{1,8}$

$v = \sqrt{10 \cdot 0,09 \cdot 2} = 0,3 \sqrt{5} \cdot 0,3 \sqrt{5} \cdot 2 \cdot 0,3 \sqrt{5} \cdot 2 = 1,344 \frac{m}{c}$

$$\begin{array}{r} \times 2,3 \\ 2,3 \\ \hline 4,29 \\ 5,2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,2 \\ 2,2 \\ \hline 4,84 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,26 \\ 2,26 \\ \hline 4,8856 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,26 \\ 2,26 \\ \hline 4,8856 \\ 5,1076 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,24 \\ 2,24 \\ \hline 4,8176 \\ 1,344 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,23 \\ 2,23 \\ \hline 4,8629 \\ 4,9729 \end{array}$$

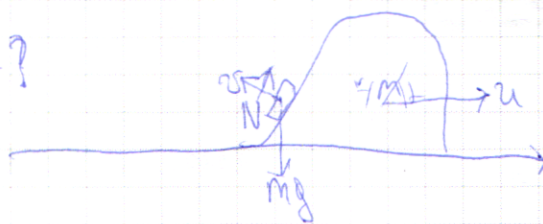
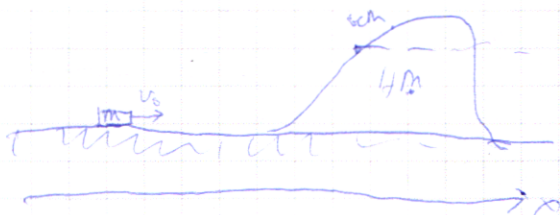
$$\begin{array}{r} \times 2,25 \\ 2,25 \\ \hline 4,8525 \\ 5,0025 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,24 \\ 2,24 \\ \hline 4,8066 \\ 5,0176 \end{array}$$

ответ:  $1,344 \frac{m}{c}$



102



По 3СЭ:

~~$$m \frac{v_0^2}{2}$$~~

м По 3С U

~~$$m v_0^2$$~~

$$m v_0^2 = m v^2 + 4 m u$$

$$v_0 = v + 4 u$$

По 3С U;  
~~$$v_0 - u = v$$~~  

$$v = u$$

$$m v_0 = m v + 5 m u$$

$$v_0 = v + 5 u$$

По 3СЭ  $\theta = \theta$  переходит в со земл.

~~$$v_{\text{top}} = +u$$~~

~~$$v_{\text{base}} = v$$~~

~~$$v_{\text{top}} = v + u \cos \theta$$~~

~~$$v_{\text{top}} = v + u$$~~

По 3СЭ

$$\frac{m(v-u)^2}{2} = mgh \quad | : m$$

$$\frac{(v-u)^2}{2} = gh$$

$$h = \frac{(v-u)^2}{2g}$$

~~$$v - u = v$$~~

$$u = \frac{1}{4}(v_0 - v)$$

$$v = \frac{v_0 - v}{4} = \frac{3v_0 - v}{4}$$

$$v_0 = 3u \quad h =$$

По 3С U и По 3СЭ

$$\begin{cases} m v_0 = m v + 4 m u \\ \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + \frac{4 m u^2}{2} = mgh + \frac{4 m u^2}{2} \end{cases}$$

~~$$m v_0$$~~

~~$$\frac{(v+u)^2}{2} = \frac{v^2 + u^2}{2}$$~~

$$\begin{cases} v_0 = v + 4 u \\ \frac{v_0^2}{2} = \frac{v^2}{2} + \frac{4 u^2}{2} \end{cases}$$

$$v_0 = v$$

~~$$\frac{v^2 + 4 u^2}{2} = \frac{v^2 + u^2}{2}$$~~

$$v_0 = v + 4 u$$

~~По 3СЭ~~

~~$$= v + 4 u - \frac{2uv}{v+4u}$$~~

~~у земли~~

~~$$v_{\text{top}} = v - u = -(v+u)$$~~

~~$$3uv = 0$$~~

~~$$v_{\text{top}} = -v$$~~

~~$$v_{\text{top}2} = -v_{\text{top}1}$$~~

~~$$v = v_{\text{top}} - u = v - u - u$$~~





ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

06-015  
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)



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

06-015

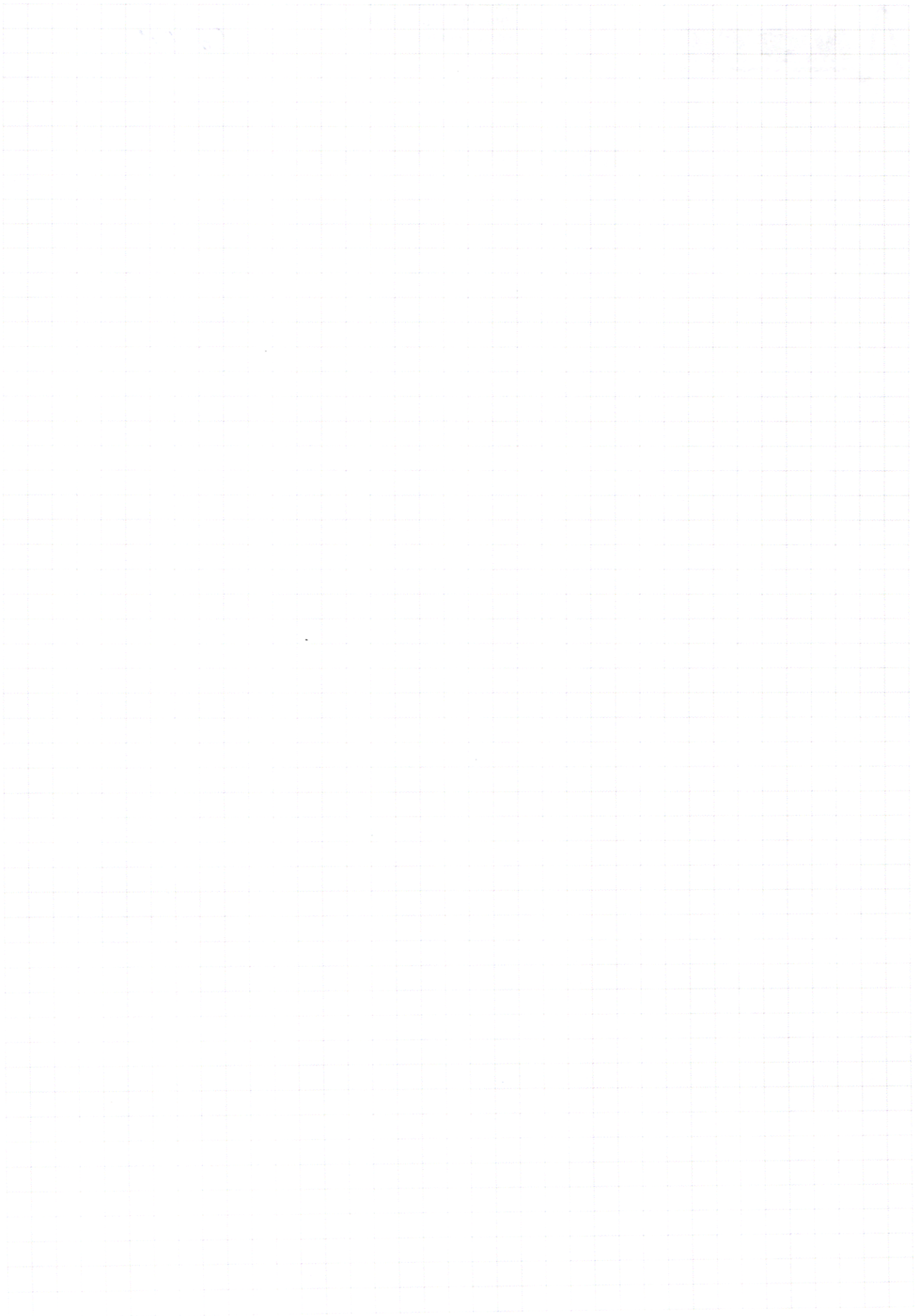
ШИФР

(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)

# Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 10

Шифр 06-016

(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 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 2 раза больше его начальной скорости.

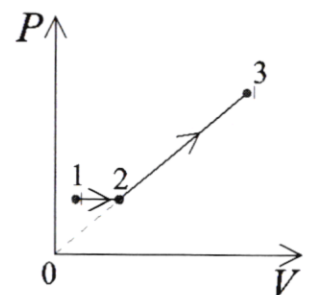
Найти отношение скоростей движения шарика и бруска до столкновения.

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  $V$ .

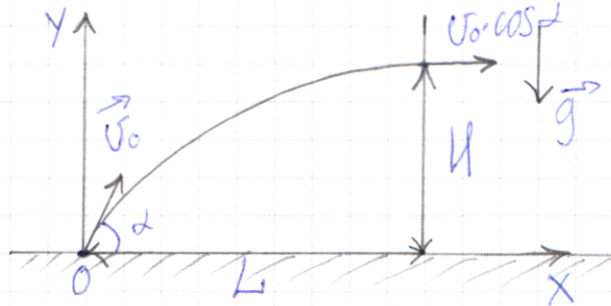
- 1) Во сколько раз увеличивается конечная температура газа по сравнению с начальной?
- 2) Найти отношение работы, которую совершает газ в изобарическом процессе, к работе, которую он совершает в процессе прямо пропорциональной зависимости давления газа  $P$  от его объема  $V$ .





## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\sqrt{1}$   
 $L = ?$   
 $H = ?$   
 $\alpha = 30^\circ$   
 $t_0 = 1,5 \text{ c}$   
 $g = 10 \text{ м/с}^2$



Решение:

Для того, чтобы мячик ударившись о стенку пришел обратно в то же место, он должен удариться  $\perp$  стенке, то есть стенка проходит через высшую ( $\cdot$ ) траектории мяча, если бы там не было стенки  $\Rightarrow t_0 = T$  (за симметрии).

Из баллистики  $\Rightarrow$

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{a_y t^2}{2}$$

$$H = 0 + v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2}; \text{ где } t = \frac{T}{2} = \frac{t_0}{2}$$

$$H = \frac{v_0 \sin \alpha t_0}{2} - \frac{g t_0^2}{8}$$

По 3СЭ:  $E_1 = E_2$  в замкнутой системе

$$\Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2 \cos^2 \alpha}{2} + mgH$$

, где  $v_0 \cdot \cos \alpha$  - скорость в вершине ( $\cdot$ ), т.к. в нем  $v_{0y} = 0$ .

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{v_0 \sin \alpha t_0}{2} - \frac{g t_0^2}{8}$$

$$v_0^2 \sin^2 \alpha - v_0 \sin \alpha t_0 \cdot g + \left(\frac{g t_0}{2}\right)^2 = 0$$

$$\left(v_0 \sin \alpha - \frac{g t_0}{2}\right)^2 = 0$$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)



### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$v_0 = \frac{gt_0}{2 \sin \alpha}, \text{ или еще, т.к. } v_y = 0, \text{ а}$$

$$v_y = v_{0y} - gt = 0 \Rightarrow 0 = v_0 \cdot \sin \alpha - \frac{gt_0}{2} \Rightarrow$$

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

$$L = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot \frac{t_0}{2} = \frac{gt_0}{2 \sin \alpha} \cdot \cos \alpha \cdot \frac{t_0}{2} = \frac{gt_0^2}{4} \cdot \operatorname{ctg} \alpha$$

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{g^2 t_0^2 \sin^2 \alpha}{4 \sin^2 \alpha \cdot 2g} = \frac{gt_0^2}{8}$$

Подставим дано:

$$L = \frac{10 \cdot 15^2 \cdot 10^{-2}}{4} \cdot \sqrt{3} = \frac{15^2 \cdot 10^{-1}}{4} \cdot \sqrt{3} = \frac{225}{40} \cdot \sqrt{3} \text{ м}$$

$$L = \frac{45}{8} \cdot \sqrt{3} \text{ м} = 5,625 \sqrt{3} \text{ м}$$

$$H = \frac{10 \cdot 1,5^2}{8} = \frac{15^2}{80} = \frac{225}{80} = \frac{45}{16} = 2,8125 \text{ м}$$

Ответ:  $L = \frac{45}{8} \sqrt{3} \text{ м}$ ;  $L = \frac{gt_0^2}{4} \cdot \operatorname{ctg} \alpha$ ;  $L = 5,625 \sqrt{3} \text{ м}$ ;

$H = \frac{gt_0^2}{8}$ ;  $H = 2,8125 \text{ м}$ .

$\sqrt{2}$ .

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

$\frac{v_2'}{v_0} = ?$

$m_2, m_1$

$v_2 = 0$

$v_1 = v_0$

$v_1' = \frac{v_0}{3}$

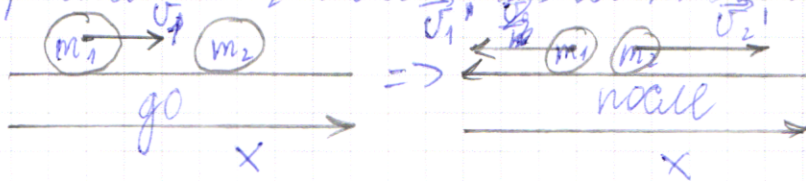
или

$v_1' = \frac{v_0}{n}$

$n = 3$ .

Решение:

$v = v_0$  - скорость шарика  $m_1$  до столкновения,  
 $v_1' = \frac{v_0}{3}$  - скорость шарика  $m_1$  после столкновения;  
 $v_2 = 0$  - скорость шарика  $m_2$  до столкновения;  
 $v_2'$  - скорость шарика  $m_2$  после столкновения.



П.к. трения нет, то систему можно считать замкнутой (N и mg-комплеси-



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

рукоят (группа группа)  $\Rightarrow$  По ЗСД:  $\vec{p} = \text{const} \Rightarrow$

$$m_1 \vec{v}_1 = m_2 \vec{v}_2' + m_1 \vec{v}_1'$$

ОХ:  $m_1 v_0 = m_2 v_2' - m_1 \frac{v_0}{n}$

$$m_1 v_0 \left( \frac{n+1}{n} \right) = m_2 v_2'$$

$$v_2' = \frac{m_1}{m_2} \cdot v_0 \cdot \left( \frac{n+1}{n} \right)$$

По ЗСЭ:  $E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{m_1 v_0^2}{2} = \frac{m_1 v_0'^2}{2} + \frac{m_2 v_2'^2}{2}$

$$m_1 v_0^2 \left( \frac{n^2-1}{n^2} \right) = m_2 v_2'^2$$

$$\sqrt{\frac{m_1}{m_2} \cdot (n^2-1) \cdot \frac{v_0^2}{n^2}} = v_2'$$

$$\sqrt{\frac{m_1}{m_2}} \cdot \sqrt{n^2-1} = \sqrt{\left(\frac{m_1}{m_2}\right)^2} \cdot (n+1)$$

$$\sqrt{\frac{n-1}{n+1}} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$$

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{n+1}{n-1}$$

$$\frac{v_2'}{v_0} = \frac{m_1}{m_2} \cdot \frac{n+1}{n} = \frac{n-1}{n+1} \cdot \frac{n+1}{n} = 1 - \frac{1}{n}$$

Подставим Дано:

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

$$\frac{v_2'}{v_0} = 1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3}$$

Ответ:  $\frac{m_2}{m_1} = \frac{n+1}{n-1}$ ;  $\frac{m_2}{m_1} = 2$ ;  $\frac{v_2'}{v_0} = 1 - \frac{1}{n}$ ;  $\frac{v_2'}{v_0} = \frac{2}{3}$

$\sqrt{3}$ .

$\frac{v_0}{u} - ?$

Решение:

$v_1 = v_0$ ;  $v_1 = v_0$  - скорость шарика до столкновения;

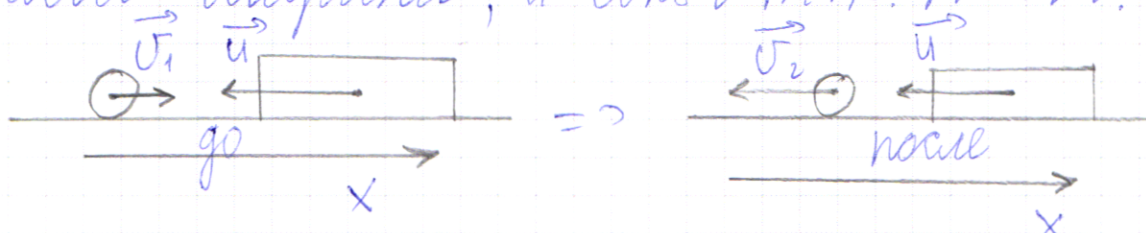


черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$v_2 = n v_0$   $v_2 = n v_0$  - скорость шарика после столкно-  
вения;  $u$  - скорость бруска до и после  
 $n = 2$  столкновения;  $M$  - масса бруска, а  $m$  -  
 $M \gg m$  масса шарика;  $u = \text{const}$  т.к.  $M \gg m$ .



Ф.к. трения нет  $\Rightarrow$  перейдём в СО  
связанную с бруском  $\Rightarrow$  по закону сло-  
жения скоростей:  $\vec{v}_{обс} = \vec{v}_{отн} + \vec{v}_{пер} \Rightarrow$

$$\vec{v}_1 = \vec{v}_{отн1} + \vec{u}$$

$$\vec{v}_{отн1} = \vec{v}_1 - \vec{u}$$

ОХ:  $v_{отн1} = v_1 + u = v_0 + u$ , где  $v_{отн1}$  - скорость  
шарика отн. бруска до столкновения, а  
 $v_{отн2}$  соответственно после столкновения.

Ф.к. удар упругий  $\Rightarrow v_{отн2} = -v_{отн1}$

$$v_{отн2} = -(v_0 + u)$$

Ю ЗСС после столкновения:  $\vec{v}_2 = \vec{v}_{отн2} + \vec{u}$

$$\text{ОХ: } -v_2 = -v_0 - u - u$$

$$v_2 = v_0 + 2u$$

$$n v_0 = v_0 + 2u$$

$$v_0 (n - 1) = 2u$$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{v_0}{u} = \frac{2}{n-1}$$

Подставим Дано:

$$\frac{v_0}{u} = \frac{2}{2-1} = 2$$

Ответ:  $\frac{v_0}{u} = \frac{2}{n-1}$ ;  $\frac{v_0}{u} = 2$

$\sqrt{4}$

T-?

$\frac{p}{p_02}$ -?

$$N_1 = \frac{1}{3} \text{ моль}$$

$$N_2 = \frac{1}{5} \text{ моль}$$

$$T_1 = 300 \text{ K}$$

$$T_2 = 500 \text{ K}$$

$$V_1 = V_2 = V$$

Решение:

T - температура смеси после наступления теплового равновесия, p - давление смеси после наступления теплового равновесия; p<sub>1</sub> - давление во 2 сосуде до смешивания.

Согласно уравнению Менделеева-Клапейрона:  $pV = NRT$

$$\text{До смешивания: } p_2 V = N_2 R T_2 ;$$

$$p_1 V = N_1 R T_1$$

После смешивания часть молекул перетекет ~~от~~ <sup>из</sup> одного сосуда в другой. Пусть из первого во второй перетекло  $\Delta N$  молекул, если мы не угадаем, то  $\Delta N < 0 = ?$

$$pV = (N_2 + \Delta N) RT$$

$$pV = (N_1 - \Delta N) RT$$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)



**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

$$N_2 + \Delta N = N_1 - \Delta N$$

$$\Delta N = \frac{N_1 - N_2}{2}$$

Также мы посчитав, можем заметить:  
→ механич. равновесие.

$$\frac{p_1}{p_2} = 1 \Rightarrow p_1 = p_2 \Rightarrow \text{во время перемеще-}$$

$$\text{вания } p \text{ не изменится} \Rightarrow \frac{p}{p_2} = 1, \text{ а}$$

$$(N_2 + \Delta N) T = N_2 T_2$$

$$T = \frac{2 N_2 T_2}{N_1 + N_2} = \frac{2 N_1 T_1}{N_1 + N_2}$$

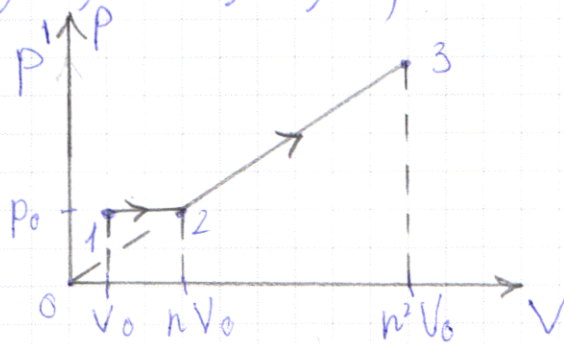
Подставим Дано:

$$T = \frac{2 \cdot \frac{1}{5} \cdot 500}{\frac{1}{5} + \frac{1}{3}} = \frac{200 \cdot 15}{8} \text{ К} = 25 \cdot 15 \text{ К} = 375 \text{ К}$$

Ответ:  $T = \frac{2 N_2 T_2}{N_1 + N_2} = \frac{2 N_1 T_1}{N_1 + N_2}$ ;  $T = 375 \text{ К}$ ;  $\frac{p}{p_2} = 1$

$\frac{T_3}{T_1} = ?$   $A_{12} = ?$   
 $A_{23} = ?$

$V_1 = V_0$   
 $V_2 = n V_0$   
 $p_1 = p_2 = p_0$   
 $p_2 = p_3 = \alpha p_0$   
 $V_3 = n^2 V_0$   
 $n = 3$



Решение

В(1)2:  $p_0 = \alpha n V_0$   
В(2)3:  $p' = \alpha n^2 V_0$   
 $\frac{p'}{p_0} = n \Rightarrow p' = n p_0$

Согласно уравнению Менделеева - Клапейрона:  $pV = \nu RT \Rightarrow T_1 = \frac{p_0 V_0}{\nu R}$ ;  $T_3 = \frac{n p_0 \cdot n^2 V_0}{\nu R}$   
 $\frac{T_3}{T_1} = n^3$

$A_{12}$  - площадь прямоугольника со сторонами:  $p_0$  и  $V_0(n-1) \Rightarrow A_{12} = p_0 V_0 (n-1)$   
 $A_{23}$  - площадь трапеции с основаниями:

$$p_0 \text{ и } p' \text{ и высотой } nV_0(n-1) \Rightarrow$$

$$A_{23} = \frac{p_0 + n/p_0}{2} \cdot nV_0(n-1) = \frac{p_0 V_0}{2} \cdot n \cdot (n^2 - 1)$$

$$\frac{A_{12}}{A_{23}} = \frac{p_0 V_0(n-1) \cdot 2}{p_0 V_0 \cdot n(n^2 - 1)} = \frac{2}{n(n+1)}$$

Подставим Дано:

$$\frac{T_3}{T_1} = 27 \quad ; \quad \frac{A_{12}}{A_{23}} = \frac{2}{3 \cdot 4} = \frac{1}{6}$$

Ответ:  $\frac{T_3}{T_1} = n^3$ ;  $\frac{T_3}{T_1} = 27$ ;  $\frac{A_{12}}{A_{23}} = \frac{2}{n(n+1)}$ ;  $\frac{A_{12}}{A_{23}} = \frac{1}{6}$ .

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

$$v_0 \cdot \sin \alpha \cdot \frac{t_0}{2} - \frac{g t_0^2}{8} = H$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_0^2 \cos^2 \alpha}{2} + mgH$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{\sqrt{p_2 T_2}}{\sqrt{p_1 T_1}} = v \frac{100}{100}$$

$$T = \frac{(p_1 + p_2) T_2}{2 p_2}$$

$\frac{48}{375} \cdot 500 = \frac{4}{3}$

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

$$\frac{p_1}{p_2} = 1 \Rightarrow p$$

$\frac{25}{15} = \frac{5}{3}$   
 $\frac{12.5}{2.5} = 5$   
 $\frac{37.5}{7.5} = 5$

$$\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{v_0 \sin \alpha t_0}{2} - \frac{g t_0^2}{8} = H$$

$$v_0^2 \sin^2 \alpha = v_0 \sin \alpha t_0 - \frac{g^2 t_0^2}{4}$$

$$v_0^2 \sin^2 \alpha - v_0 \sin \alpha t_0 + \frac{g^2 t_0^2}{4} = 0$$

$$(v_0 \sin \alpha - \frac{g t_0}{2})^2 = 0$$

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

$$pV = \frac{p_1 + p_2}{2} RT$$

$$p_2 V = \frac{p_1 + p_2}{2} RT_2$$

$$\frac{p}{p_2} = \frac{\sqrt{p_1 + p_2} T}{2 \sqrt{p_2} T_2}$$

$$\frac{p}{p_1} = \frac{\sqrt{p_1 + p_2} T}{2 \sqrt{p_1} T_1}$$

$$\begin{array}{r} 45 \overline{) 8} \\ 40 \overline{) 5,625} \\ \underline{50} \phantom{0} \\ 48 \phantom{0} \\ \underline{20} \\ 16 \\ \underline{40} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 45 \overline{) 16} \\ 32 \overline{) 2,8125} \\ \underline{130} \phantom{0} \\ 128 \\ \underline{20} \\ 16 \\ \underline{40} \\ 32 \\ \underline{80} \end{array}$$

$$T = \frac{2 p_2 T_2}{p_1 + p_2}$$

$$T = \frac{4}{5} \cdot 500 \cdot \frac{3}{15}$$

$$1 = \frac{(p_2 + \Delta p) V}{p_1 - \Delta p V}$$

$$\frac{p_1 - p_2}{2} T = p_2 T_2$$

$$p_1 - \Delta p = p_2 + \Delta p$$

$$p_1 - p_2 = 2 \Delta p \Rightarrow \Delta p = \frac{p_1 - p_2}{2}$$

$$\frac{1}{3} - \frac{1}{5} = \frac{1}{15} \Rightarrow T = \frac{1500}{4}$$

$$\frac{p^1 - p_0}{n(n-1)} = \frac{p^1}{n^2 V_0}$$

$$\frac{p^1 - p_0}{n-1} = \frac{p^1}{n}$$

$$p^1 n - p_0 n = p^1 n - p^1$$
$$p^1 = p_0 n$$

$$p_0 = \alpha n V_0$$

$$p^1 = \alpha n^2 V_0$$

$$\frac{p^1}{p_0} = n$$

$$\begin{array}{r} 225 \overline{)40} \\ 200 \overline{)5,625} \\ \underline{250} \phantom{0} \\ 240 \phantom{0} \\ \underline{100} \\ 80 \\ \underline{200} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 225 \overline{)80} \\ 180 \overline{)2,8125} \\ \underline{850} \phantom{0} \\ 840 \phantom{0} \\ \underline{100} \\ 80 \\ \underline{200} \\ 160 \\ \underline{400} \end{array}$$