

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 10

Шифр 1-025

(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.

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 4 раза больше его начальной скорости.

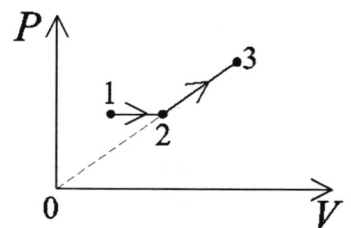
Найти отношение скоростей движения шарика и бруска до столкновения.

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.

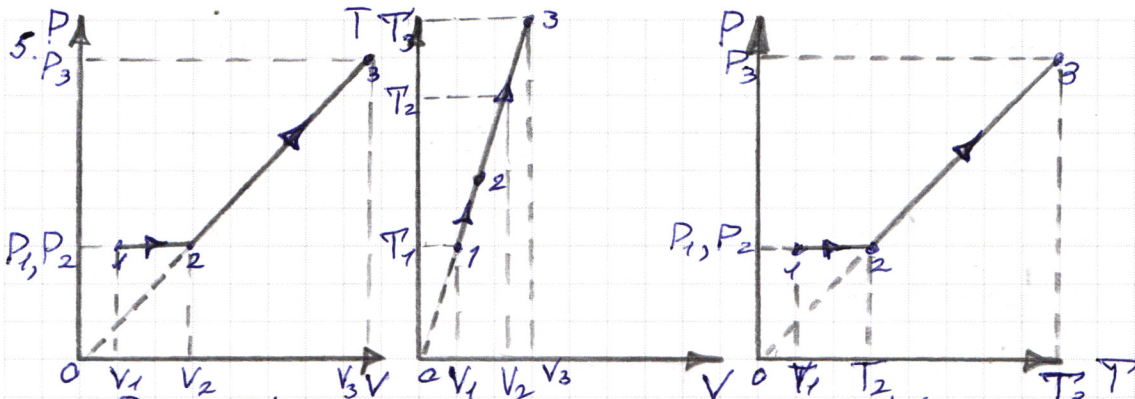
- 1) Найти температуру в сосудах после установления теплового равновесия.
- 2) Найти отношение конечного давления в смеси газов к начальному давлению в сосуде с температурой T_1 .

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



1-2; $P = \text{const}$; Изобарное нагревание; V -увеличивается;
 T -увеличивается

2-3; P -увеличивается; T -увеличивается; V -увеличивается:

$$V_2 = 2V_1 \Rightarrow V_3 = 4V_1$$

$$V_3 = 2V_2$$

$$P_1 = P_2 = \frac{P_3}{2}$$

$$T_3 = 2T_2$$

1-2; $P = \text{const}$

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

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{2V_1}{T_2}$$

$$2V_1 T_1 = V_1 T_2$$

$$2T_1 = T_2$$

2-3:

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

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{2P_3 V_2}{T_3}$$

$$\frac{P_2}{T_2} = \frac{2P_3}{T_3}$$

$$\frac{P_1}{2T_1} = \frac{2P_3}{T_3}$$

Ответ: $T_3 = 4T_1$; $\frac{A_{(1-2)}}{A_{(2-3)}} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{P_1}{T_1} = \frac{2P_3}{T_3}$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{4P_3}{T_3}$$

$$4P_3 T_1 = P_1 T_3$$

$$\frac{4P_3}{P_1} = \frac{T_3}{T_1}$$

$$\frac{T_1}{T_3} = \frac{P_1}{4P_3}$$

$$\frac{4T_1}{T_3} = \Rightarrow$$

\Rightarrow Температура
увеличилась в 4 раза

4. Домо:
 $V = \text{const}$
 $\nu_1 = \frac{1}{2} \text{ моль}$
 $\nu_2 = \frac{1}{3} \text{ моль}$
 $T_1 = 200 \text{ K}$
 $T_2 = 300 \text{ K}$

Найти:
 $T_3 = ?$

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

CU:

$$pV = \nu RT$$

$$P_1 V = \nu_1 R T_1$$

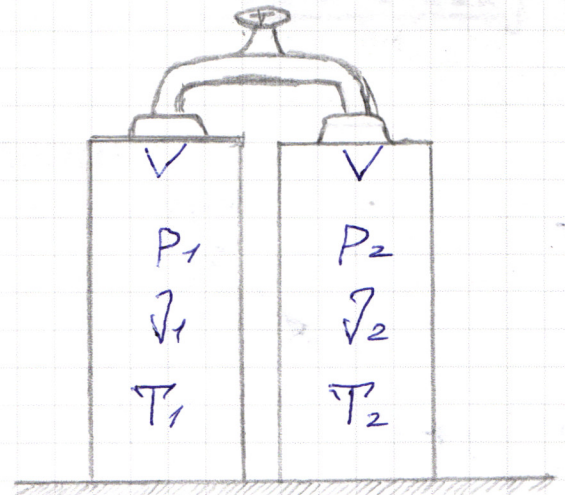
$$P_2 V = \nu_2 R T_2$$

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

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

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

Решение:



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

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

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{200 \text{ K} \cdot \frac{1}{2} \text{ моль}}{300 \text{ K} \cdot \frac{1}{3} \text{ моль}} = \frac{100 \text{ K} \cdot \text{моль}}{100 \text{ K} \cdot \text{моль}} = 1 \Rightarrow P_1 = P_2$$

$$V_3 = 2V$$

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

$$2P_1 = 2P_2 = P_3$$

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

$$\frac{P_1 V}{T_1 \nu_1} = \frac{P_2 V}{T_2 \nu_2} = \frac{P_3 V_3}{T_3 \nu_3}$$

$$\frac{P_3 V_3}{T_3 \nu_3} = \frac{2P_3 V}{T_3 (\nu_1 + \nu_2)} = \frac{2(P_1 + P_2)V}{T_3 (\nu_1 + \nu_2)} = \frac{4P_1 V}{T_3 (\nu_1 + \nu_2)}$$

$$\frac{P_1 V}{T_1 \nu_1} = \frac{4P_1 V}{T_3 (\nu_1 + \nu_2)} = \frac{1}{T_1 \nu_1} = \frac{4}{T_3 (\nu_1 + \nu_2)}$$

$$4T_1 \nu_1 = T_3 (\nu_1 + \nu_2)$$

$$T_3 = \frac{4T_1 \nu_1}{\nu_1 + \nu_2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$[\tau_3] = \left[\frac{\text{К-моль}}{\text{моль}} \right] = [\text{К}]$$

$$\tau_3 = \frac{4 \cdot 200 \cdot \frac{1}{2}}{\frac{1}{2} + \frac{1}{3}} = \frac{400}{\frac{5}{6}} = \frac{2400}{5} = 480 (\text{К})$$

$$\frac{P_1}{P_3} = \frac{1}{2} ; \frac{P_3}{P_1} = 2$$

$$P_3 = 2P_1$$

Ответ: $\tau_3 = 480 \text{ К} ; P_3 = 2P_1$

2. Дано:

$$m_{ш1} = m_1$$

$$m_{ш2} = m_2$$

$$F_{\text{ш1}}^T = 0$$

$$v_{ш1} = v_1$$

$$v_{ш2} = 0$$

$$v_1 = v$$

$$v_2 = \frac{v}{2}$$

т.к. шарик находится в покое, то его начальная скорость равна $v_0 = 0 \Rightarrow$

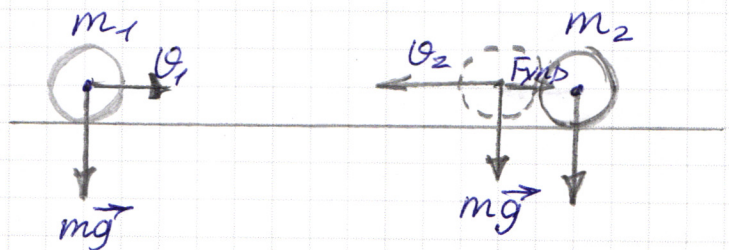
$$v_{ш2} = 0$$

$$\frac{v_{ш2}}{v_{ш1}} = \frac{0}{v_{ш1}} = 0$$

т.к. $v_1 > v_2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow m_1 \geq m_2$$

Решение:



Найти:

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

$$\frac{v_{ш2}}{v_{ш1}} - ?$$

Ответ: $\frac{v_{ш2}}{v_{ш1}} = 0 ; \frac{m_2}{m_1} = \frac{1}{4}$

1. Дано:
 $\angle \alpha = 60^\circ$
 $t_0 = 2\text{ с}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $v_3 = v_0$

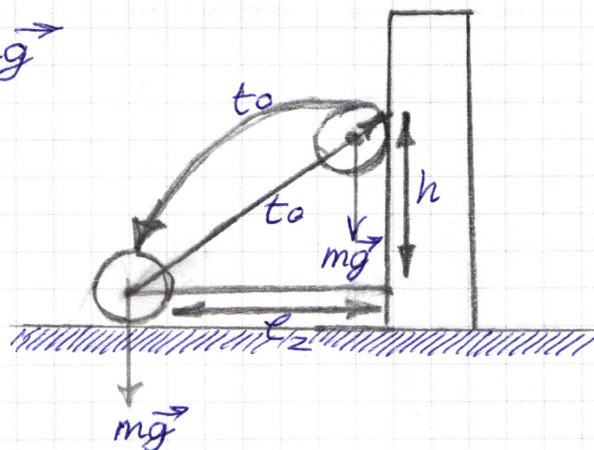
СУ:

По II закону

Ньютона:

$$\Sigma F = mg \rightarrow$$

Решение:



Ответ: $h = 1 \text{ м}$; $l_2 = 20 \text{ м}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3. Дано:

$$v_{ш1} = v_1$$

$$m_{\delta} > m_{ш}$$

$$v_{ш2} = 4v_1$$

$$v_{\delta1} = v_2$$

$$v_{\delta2} = X$$

$$v_1 \perp ABCD$$

Найти:

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

$$v_{\delta} > v_{ш}$$

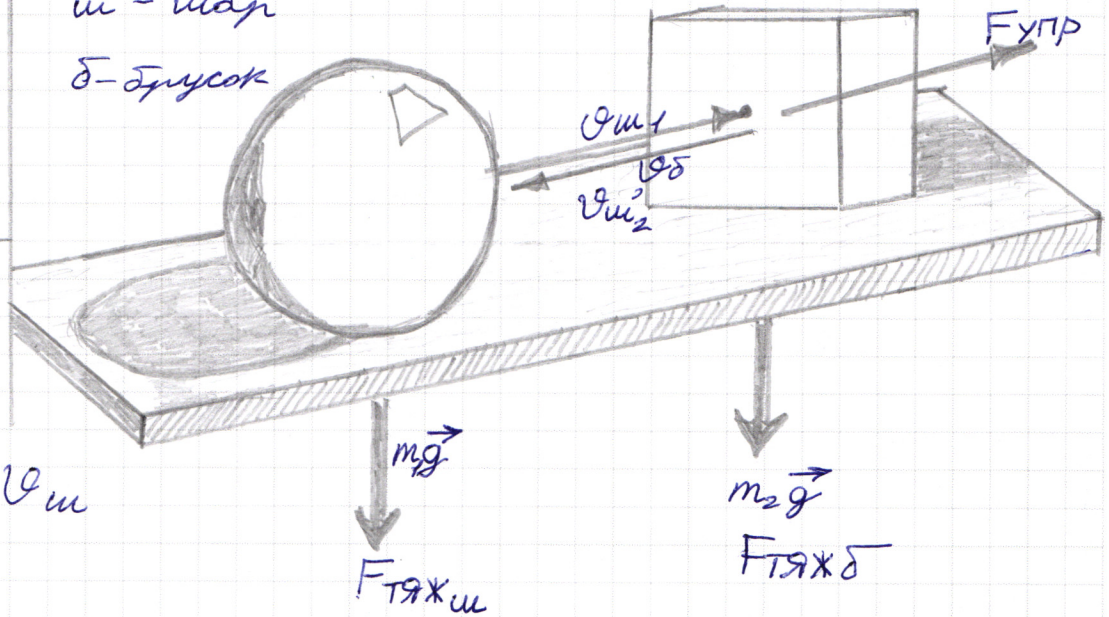
$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$F_{тр} = 0$$

ш - шар

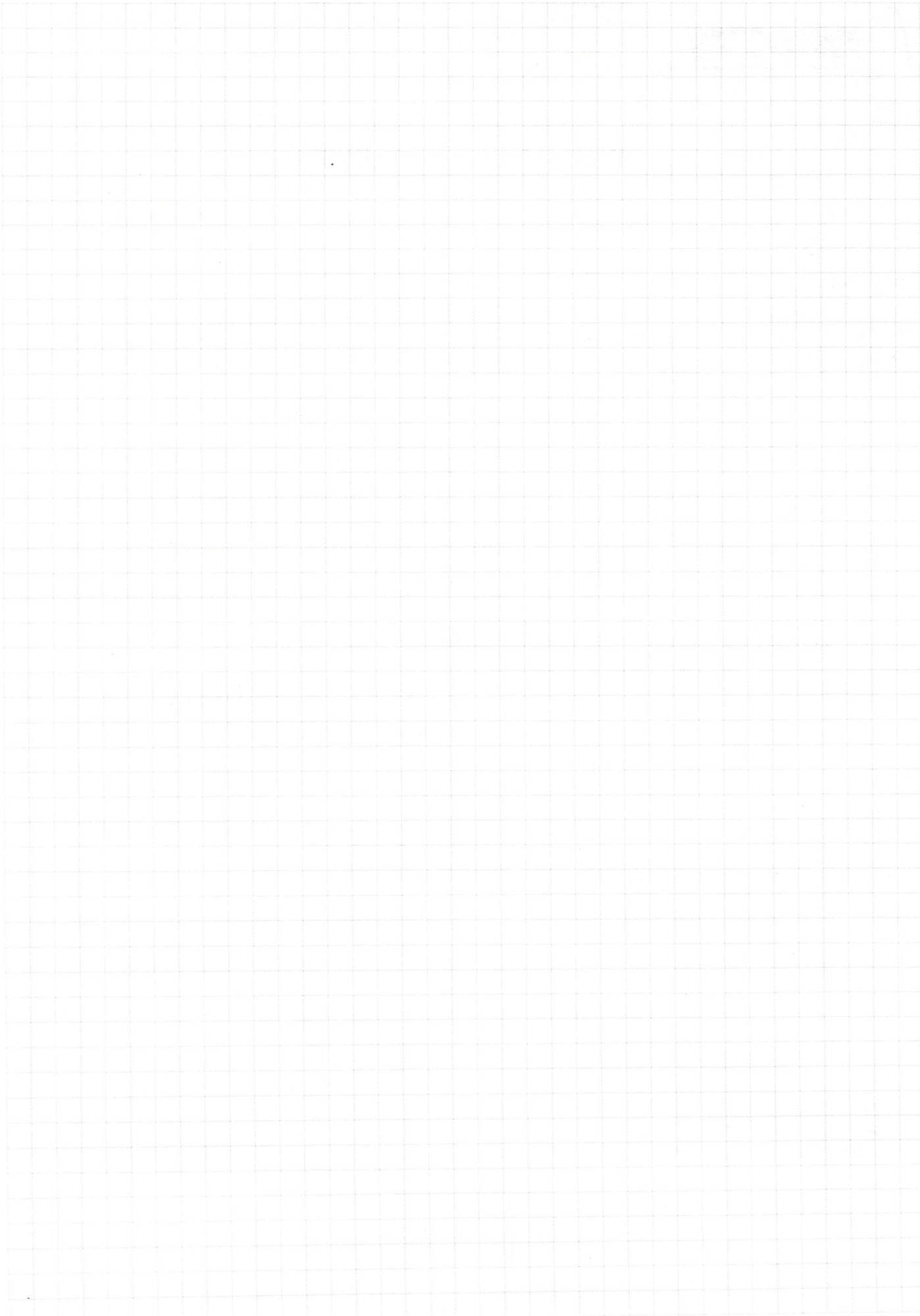
δ - брусок

Решение:



Ответ: $\frac{v_1}{v_2} = 8$

А почему графикаы клеток состоят из знаков и цифр?



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

4. Дано:
 $V = \text{const}$
 $\nu_1 = \frac{1}{2} \text{ моль}$
 $\nu_2 = \frac{1}{3} \text{ моль}$
 $T_1 = 200 \text{ K}$
 $T_2 = 300 \text{ K}$

Найти:

$T_3 = ?$

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

Формула идеального газа:

$PV = \nu RT$

$P_1 V = \nu_1 R T_1$

$P_2 V = \nu_2 R T_2$

$V = \text{const}$

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

$\frac{T_2}{T_1} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{300}{200} = \frac{3}{2}$

$V_3 = 2V$

$\frac{P_1 V}{T_1} + \frac{P_2 V}{T_2} = \frac{2 P_3 V}{T_3}$

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

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

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

$\nu_1 P_2 T_1 = \nu_2 P_1 T_2$

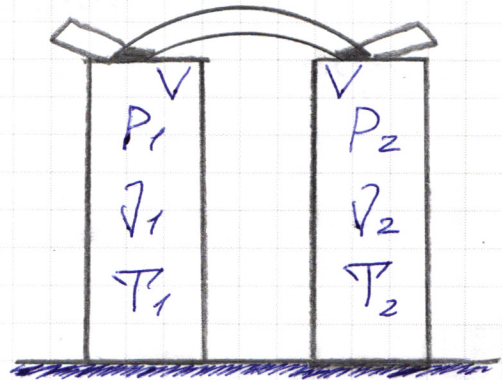
$\frac{\nu_1}{\nu_2} \cdot \frac{T_1}{T_2} = \frac{P_1}{P_2}$

$\frac{P_1}{P_2} = \frac{1}{\frac{1}{3}} \cdot \frac{200}{300} = \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{3} = 1$

$\frac{P_1}{P_2} = 1$

$P_1 = P_2$

Решение:



$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1 \nu_1}{T_2 \nu_2} = \frac{200 \cdot \frac{1}{2}}{300 \cdot \frac{1}{3}} = \frac{100}{100}$

$\frac{P_3 V_3}{T_3 \cdot \nu_3}$

$\frac{P_1 V}{\nu_1 R T_1} + \frac{P_2 V}{\nu_2 R T_2} = \frac{2 P_3 V}{T_3}$

$\frac{P_1 V}{T_1} = \frac{P_2 V}{T_2} = \frac{2 P_3 V}{T_3}$

$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = \frac{2 P_3}{T_3}$

$\frac{P_1}{200} = \frac{P_2}{300} = \frac{2 P_3}{T_3}$

$\frac{P_1}{P_2} = \frac{2}{3}$

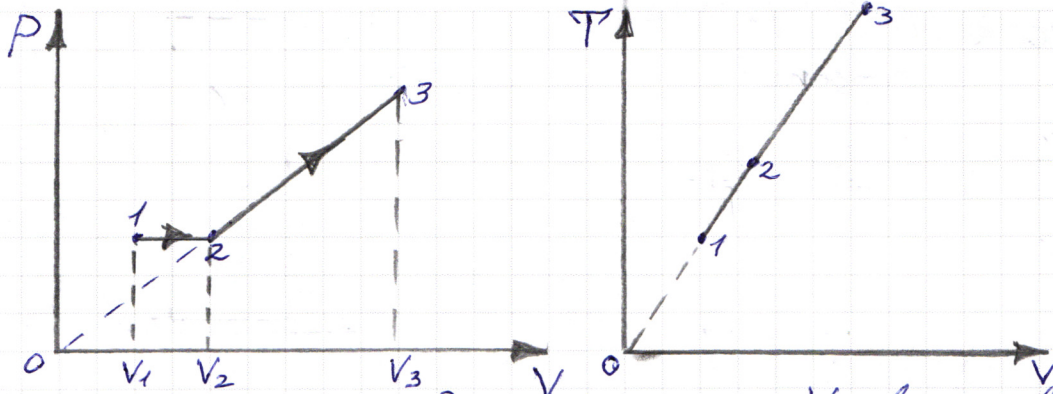
$3 P_1 = 2 P_2$

$P_2 = 1,5 P_1$

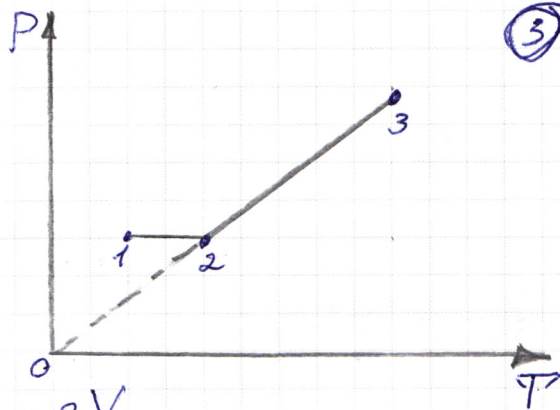
$\frac{P_1}{2 P_3} = \frac{T_1}{T_3}$ $\frac{P_1}{T_1} = \frac{1,5 P_1}{T_2} = \frac{2 P_3}{T_3}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

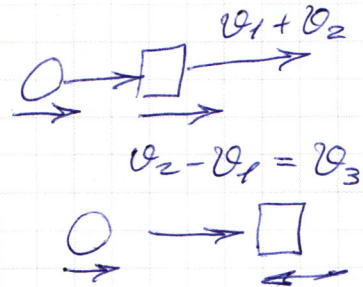
5.



1-2; Изобарный процесс, P -константа, V -увеличивается, T -увеличивается
2-3 P -увеличивается, T -увеличивается, V -увеличивается



3



$$V_2 = 2V_1$$

$$V_3 = 2V_2$$

$$P_3 = 2P_2 = 2P_1$$

$$T_3 = 2T_2$$

1-2. P -const

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

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{2V_1}{T_2}$$

$$V_1 T_2 = 2V_1 T_1$$

$$T_2 = 2T_1$$

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

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{4P_2 V_2}{2T_2}$$

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

$$\frac{2P_1 V_1}{2T_1}$$

$$Q_3 = 4Q_1$$

$$Q_2 - Q_1 \neq 4Q_1$$

$$Q_2 = 5Q_1$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1. Дано:
 $\alpha = 60^\circ$
 $t_0 = 2\text{ с}$
 $g = 10\text{ м/с}^2$
 $l_0 = l_3$

Найти:

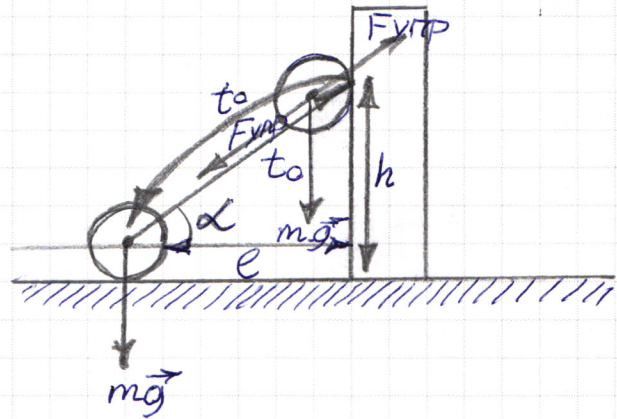
$l_2 - ?$

$h - ?$

По II закону Ньютона:

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{g}$$

Решение:





черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)