

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

Шифр

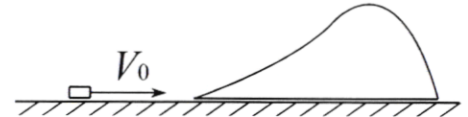
9-19

(заполняется секретарём)

Вариант 11-04

1. Небольшой шарик висит на легкой нити длиной 18 см. Какую минимальную горизонтальную скорость надо сообщить шарик, 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?

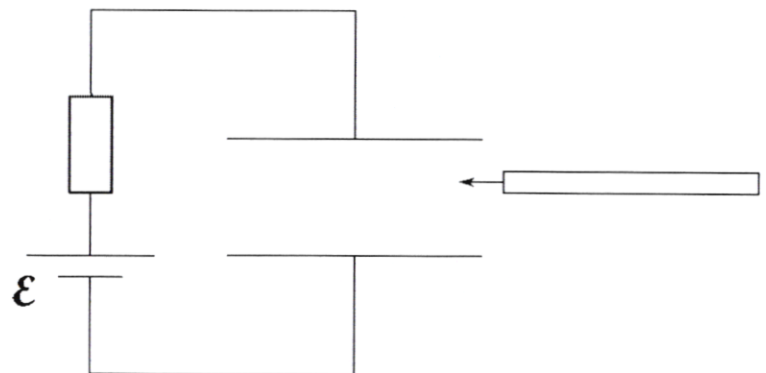
2) С какой скоростью монета съезжает с горки?

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 ε (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.

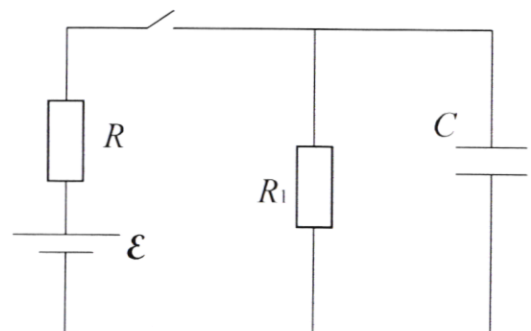
2) Какой заряд пройдет через резистор после начала введения пластины?

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 , ε , R .

1) Найти ток через источник сразу после замыкания ключа.

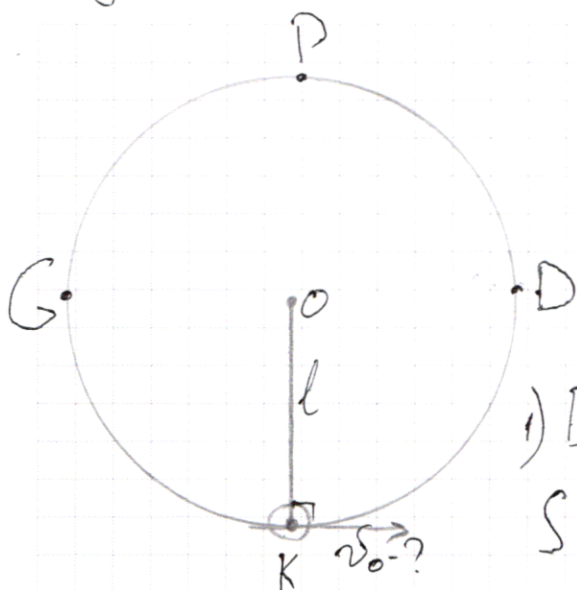
2) Найти установившееся напряжение на конденсаторе при замкнутом ключе.

3) Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?



Задача 1

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$l = r = 18 \text{ см}$$

$$v_0 = ?$$

1) Длина окружности (S)

$$S = 2\pi r = 36\pi \text{ см}$$

Дуга KDP - половина окружности.

Ее длина = $\frac{1}{2}S = 18\pi$ см, шар там

движется с ускорением $-g$. $S = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$, $18\pi = v_0 t - 5t^2$ (1)

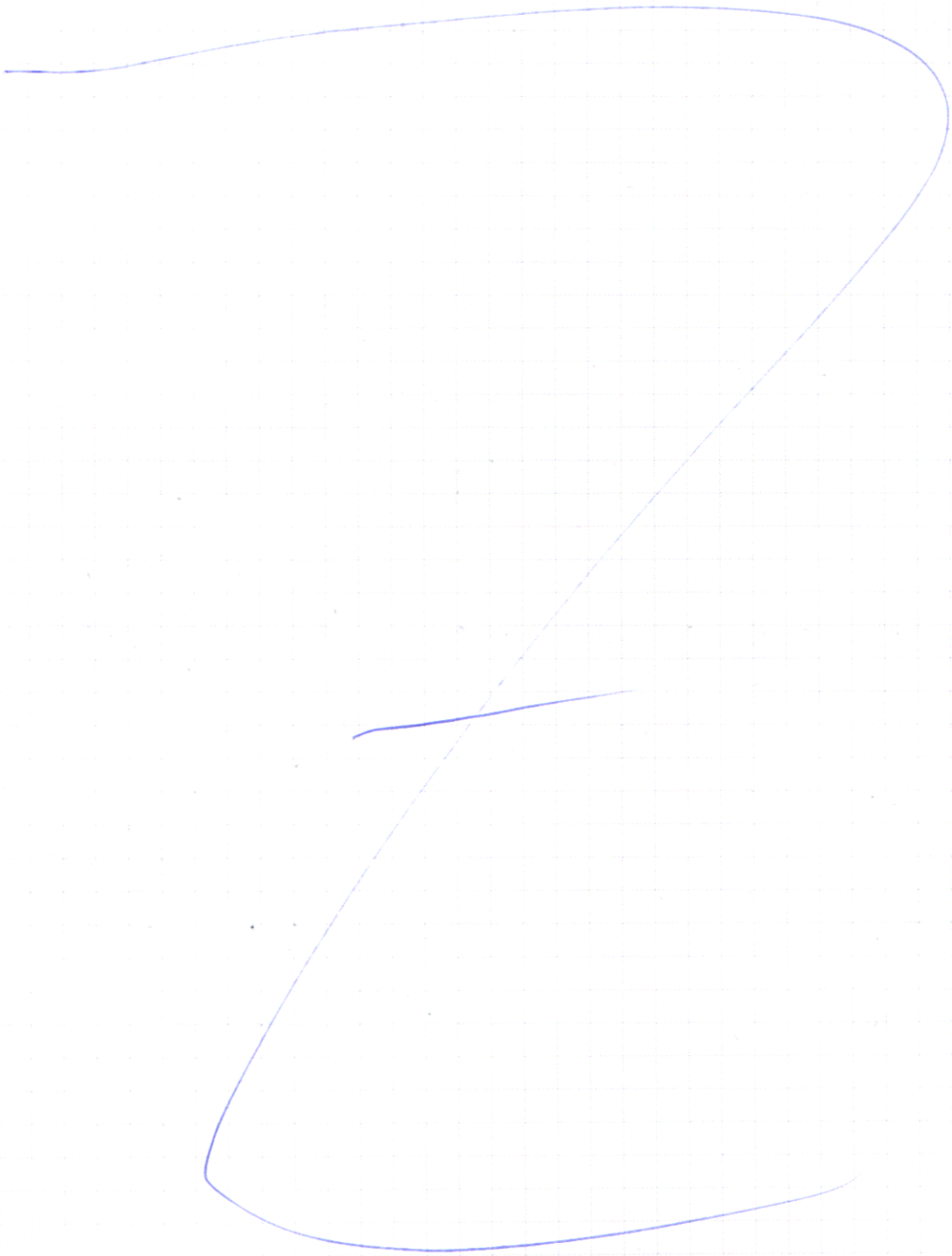
По дуге PKG, шар движется с ускорением g , и с максимальной скоростью v_0 , $v_0 = 0$; $S = 0 + \frac{gt^2}{2}$; $18\pi = 5t^2$
 $t^2 = \frac{18\pi^2}{5}$, $t = \sqrt{\frac{18\pi}{5}}$

Подставим t в (1): $18\pi = v_0 \cdot \sqrt{\frac{18\pi}{5}} - 5 \cdot \frac{18\pi}{5}$

$$v_0 \sqrt{\frac{18\pi}{5}} = 36\pi \quad v_0^2 = \frac{1296}{18} \cdot 5 = 360$$

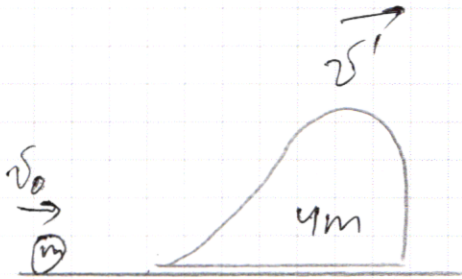
$$v_0 = \sqrt{360} \approx 18,9 \text{ м/с}$$

Ответ: $v_0 \approx 18,9 \text{ м/с}$



Задача (2)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



v' — скорость движения горки

v — скорость движения монеты относительно стола.

$$v_0 m = m v'$$

$$v' = \frac{1}{5} v_0$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = m g h$$

$$h = 5 v_0^2$$

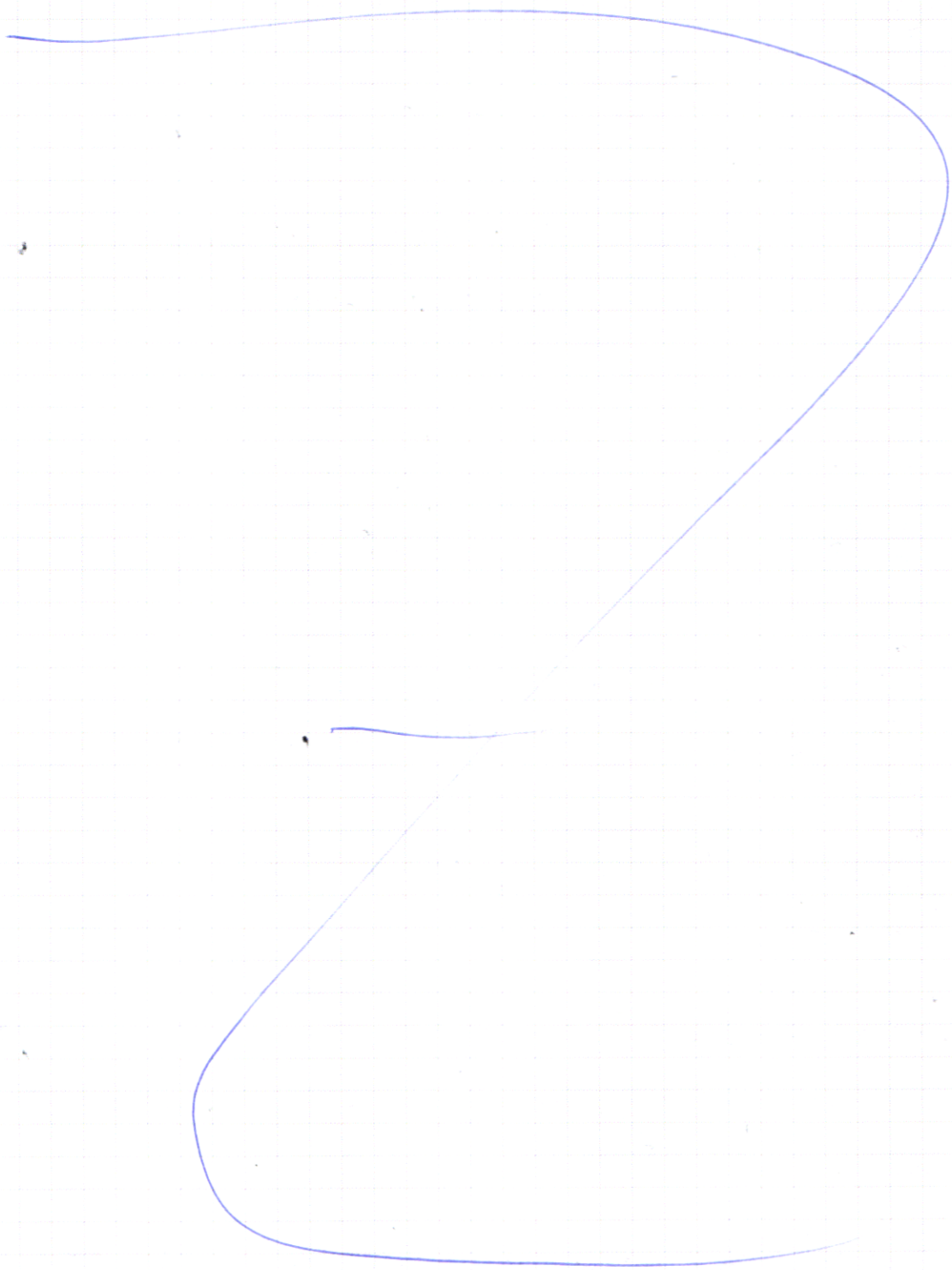
Скорость относительно горки, останется прежней (той, с которой монета туда и выехала)

Относительно стола, скорость уменьшится на v'
Т.е. $v = v_0 - v' = \frac{3}{5} v_0$

Самая высокая точка, куда заедет монета, это там, где потенциальная ~~и~~ и кинетическая энергии равны. $h = 5 v_0^2$

Ответ: 1) максимальная высота подъема: $h = 5 v_0^2$

2) Относительно горки скорость останется прежней
Относительно стола: $v = \frac{3}{5} v_0$



Задачи ③

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

He

V_1	V_2
V	

$V = V_1 + V_2$

$V = 8,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

$\nu_1 = 0,1 \text{ моль}$

$\nu_2 = 0,4 \text{ моль}$

$T_1 = 127^\circ\text{C} = 400^\circ\text{K}$

$T_2 = 7^\circ\text{C} = 280^\circ\text{K}$

~~$V = 8,31 \cdot 10$~~

Есть 2 части He при температуре 280°K , и 1 часть при температуре 400°K , средняя температура:

$$\frac{280 \cdot 4 + 400 \cdot 1}{5} = \frac{1520}{5} = 304^\circ\text{K} = 31^\circ\text{C}$$

$$PV = \nu RT, \quad P = \frac{\nu RT}{V} = \frac{0,5 \cdot 8,31 \cdot 304}{8,31 \cdot 10^{-3}} =$$

$$= 0,5 \cdot 304 \cdot 10^3 = 152 \cdot 10^3 \text{ Па} = 152 \text{ кПа} = 1,52 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Ответ: 1) Температура после установления термодинамического равновесия будет: $T = 31^\circ\text{C}$

2) Конечное давление в сосуде: $P = 1,52 \cdot 10^5 \text{ Па}$

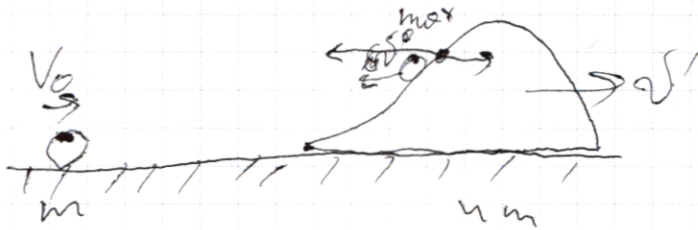


черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

32



$$v_0 h = h v'$$

~~scribble~~ $v' = \frac{1}{4} v_0$

~~scribble~~

~~scribble~~

при \square $\frac{m v_0^2}{2} = m g h$

$$h = 5 v_0^2$$

Скорость относительно земли останется
времён.

Относительно стола скорость уменьшится
на v' , т.е. $v = v_0 - v'$, и станет $\frac{3}{4} v_0$

3 ③

$$\frac{200 \cdot 4 + 280 \cdot 4}{5} = \frac{1520}{5} = 304^\circ \text{K} = 31^\circ \text{C}$$

$$p = \frac{2RT}{V} = \frac{0,5 \cdot 8,31 \cdot 304}{8,31 \cdot 10^{-3}} =$$

$$= 152 \cdot 10^3 \text{ (Па)}$$
$$1,52 \cdot 10^5 \text{ (Па)}$$

$$\begin{array}{r} 1520 \\ \times 340 \\ \hline 1720 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 304 \\ \times 5 \\ \hline 1520 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

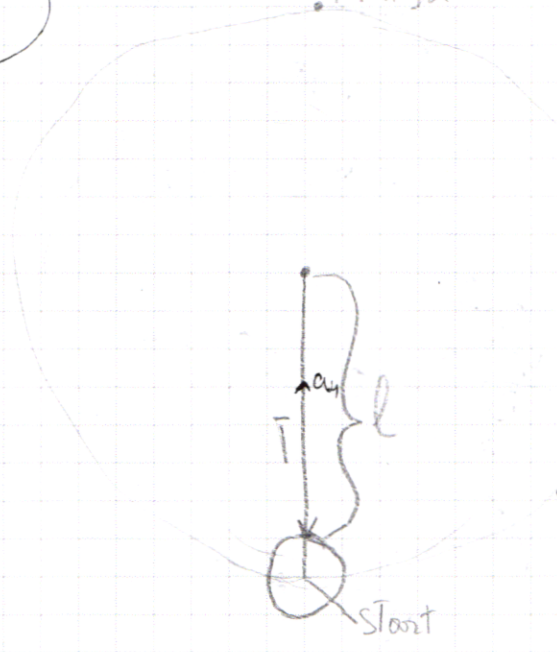
Finish

3.1

$$\begin{array}{r} 18 \\ \times 18 \\ \hline 144 \\ 180 \\ \hline 324 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ \times 15 \\ \hline 75 \\ 150 \\ \hline 225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ \times 36 \\ \hline 90 \\ 360 \\ \hline 540 \end{array}$$



$r = l = 18 \text{ см}$

$v_0 - ?$

длина окружности \downarrow
 $S = 2\pi r = 36\pi$

$S_{\text{Start-Finish}} = \frac{1}{2} S = \frac{36\pi}{2} = 18\pi$

\swarrow т.е. длина полуокружности = 18π ,
где он движется со скоростью

ускорением, $-g$.

$S = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$, $18\pi = v_0 t - 5t^2$

если я возьму ~~на~~ путь Finish-Start, то v_0 в точке Finish
будет равно 0. $S = 5t^2$, $18\pi = 5t^2$, $t^2 = \frac{18\pi}{5}$, $t = \sqrt{\frac{18\pi}{5}}$

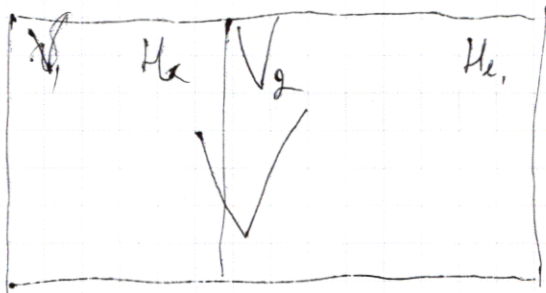
$18\pi = v_0 t - 5t^2$, $18\pi = v_0 \cdot \sqrt{\frac{18\pi}{5}} - 5 \cdot \frac{18\pi}{5} = v_0 \cdot \sqrt{\frac{18\pi}{5}} - 18\pi = 36\pi$

$v_0^2 \cdot \frac{18\pi}{5} = 1296\pi$

$v_0^2 = \frac{1296}{18} \times 5$; $v_0^2 = 72 \cdot 5$; $v_0^2 = 360$; $v = \sqrt{360}$

$v = 18,9 \text{ м/с}$

3.3



$$V_1 + V_2 = V$$

$$V = 8,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$\nu_{\text{He}_1} = 0,1 \text{ моль}$$

$$\nu_{\text{He}_2} = 0,4 \text{ моль}$$

$$T_1 = 127^\circ\text{C} = 400^\circ\text{K}$$

$$T_2 = 7^\circ\text{C} = 280^\circ\text{K}$$

$$P_1 V_1 = \nu_1 R T_1$$

$$P_2 V_2 = \nu_2 R T_2$$

$$V_1 = \frac{\nu_1 R T_1}{P_1} \quad V = \frac{\nu_1 R T_1}{P_1} + \frac{\nu_2 R T_2}{P_2} = 8,31 \cdot 10^{-3}$$

$$V_2 = \frac{\nu_2 R T_2}{P_2} \quad \frac{0,1 \cdot 400}{P_1} + \frac{0,4 \cdot 280}{P_2} = 10^{-3} = 0$$

$$P = \nu k T = \frac{N_A \cdot \nu}{V} \cdot k \cdot T$$

$$P_1 = \frac{N_A \cdot \nu_1}{V_1} \cdot k \cdot T_1$$

$$P_1 V_1 = N_A \nu_1 k T_1$$

$$V_1 = \frac{N_A \nu_1 k T_1}{P_1}$$

$$\frac{400}{0,1} + \frac{280}{0,4} = 5$$

$$\frac{1000}{0,1} + \frac{280}{0,4}$$

$$\frac{400 \cdot 0,1 + 280 \cdot 0,4}{5} =$$

$$= \frac{1880}{5}$$

~~$$\frac{1880}{5} = 375$$~~

~~$$T_{\text{ср.}} = 375^\circ\text{K} = 102^\circ\text{C}$$~~

~~$$P V = \nu R T$$~~
~~$$P = \frac{\nu R T}{V}$$~~

~~$$P = \frac{0,5 \cdot 8,31 \cdot 375}{8,31 \cdot 10^{-3}}$$~~

~~$$P = 187,5 \cdot 10^3 = 1,875 \cdot 10^5 \text{ Па}$$~~

$$\begin{array}{r} 1880 \overline{) 5} \\ 15 \\ \hline 38 \\ 35 \\ \hline 30 \\ 30 \\ \hline 0 \end{array}$$