

# Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

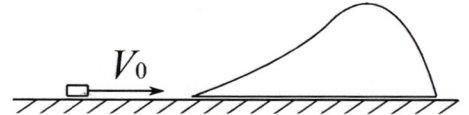
Шифр 1-018

(заполняется секретарём)

## Вариант 11-03

1. Небольшой шарик висит на легкой нити длиной 50 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 шайба массой  $m$  скользит по гладкому горизонтальному столу со скоростью  $v_0$  к неподвижной незакрепленной горке массой  $3m$  (см. рис.). Шайба въезжает на горку, движется по ней без трения и отрыва и съезжает с горки в обратном направлении.

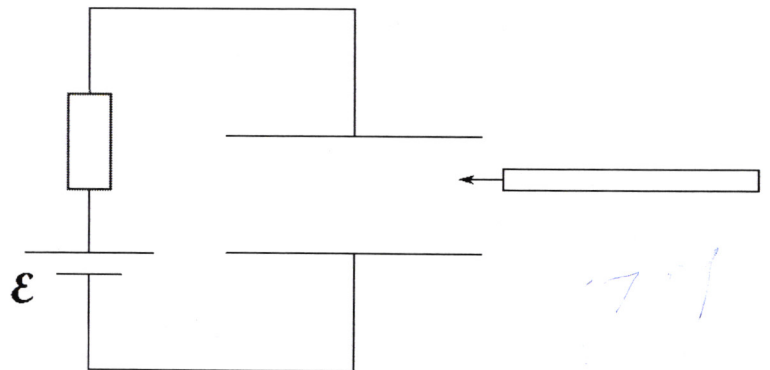


- 1) На какую максимальную высоту поднимается шайба?
- 2) С какой скоростью шайба съезжает с горки?

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  $27^\circ \text{C}$  в количестве  $\nu_1 = 0,2$  моль. Во второй части находится гелий при температуре  $7^\circ \text{C}$  в количестве  $\nu_2 = 0,3$  моль. Перегородка прорывается.

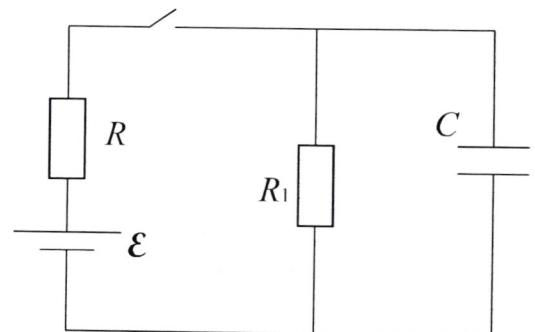
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

4. Плоский воздушный конденсатор емкостью  $C_0$  подсоединен через резистор к источнику с ЭДС  $\mathcal{E}$  (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 4 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  $R$ ,  $R_1=3R$ . Ключ замыкают. После достижения в цепи установившегося режима ключ размыкают. Известными величинами считать  $C$ ,  $\mathcal{E}$ ,  $R$ .



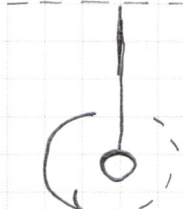
- 1) Найти ток через источник сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти установившееся напряжение на конденсаторе при замкнутом ключе.
- 3) Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?

### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) Дано:

$$l = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м.}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$



$$v = \frac{s}{t}$$

$$s = l$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

Решение:

$$s = l$$

$$t = ? \Rightarrow t = \frac{g}{l} = \frac{10 \text{ м/с}^2}{0,5 \text{ м}} = 20 \text{ с}$$

$$\frac{0,5 \text{ м}}{0,5 \text{ с}^2} = 1 \text{ м/с}^2$$

Handwritten calculations:  
 $\frac{10}{0,5} = 20$   
 $\frac{0,5}{0,5} = 1$   
 $10 \cdot 0,5 = 5$   
 $20 \cdot 0,5 = 10$   
 $9,5$   
 $20 \text{ с}$   
 $9,5 \cdot 20 = 190$   
 $9,92$

$v_{\text{min}} = ?$

$$v = \frac{ds}{dt}$$

$$d = l; s = l$$

$$v = \frac{2,5 \text{ м/с}^2}{2,5 \text{ м/с}^2} = 1 \text{ м/с}^2$$

$$\Rightarrow g \cdot l = 10 \cdot 0,5 = 5 \text{ с}^2$$

$$v_{\text{min}} = \frac{l}{t} = \frac{0,5 \text{ м}}{0,5 \text{ с}^2} = 1 \text{ м/с}^2$$

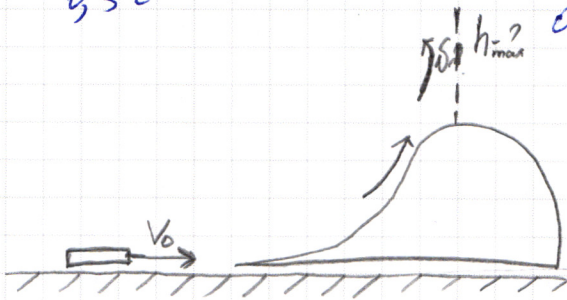
Ответ:  $1 \text{ м/с}^2$

2) Дано:

$m$

$v_0$

$3m$



Решение:

$$T = \frac{1}{2} m v_0^2 + \frac{1}{2} 3m v_0^2$$

$$\frac{1}{2} m v_0^2 + \frac{1}{2} 3m v_0^2$$

$$v = \frac{s}{t}$$

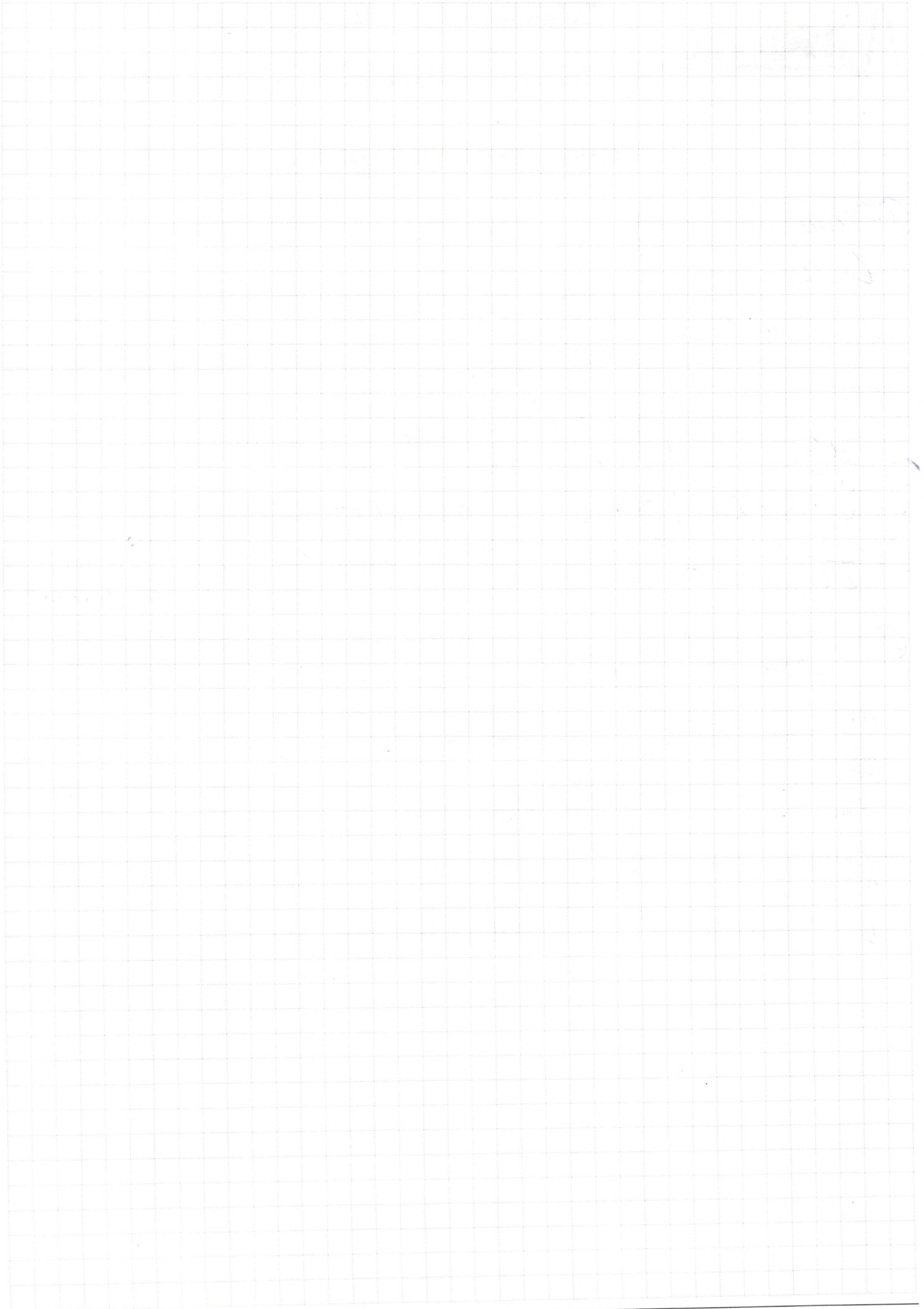
$$s = h$$

$$\frac{h}{t}$$

$h_{\text{max}} = ?$

$v = ?$

$$\frac{1}{2} 3m v_0^2$$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) Дано:

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

$$t_1 = 27^\circ\text{C}$$

$$V_1 = 0,2 \text{ моль}$$

$$t_2 = 7^\circ\text{C}$$

$$V_2 = 0,3 \text{ моль}$$

$P_1$ ?

$t_3$ ?

Решение:

$V = 8,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$   
 $t_1 = 27^\circ\text{C} + 273 = 300\text{K}$   
 $V_1 = 0,2 \text{ моль}$   
 $t_2 = 7^\circ\text{C} + 273 = 280\text{K}$   
 $V_2 = 0,3 \text{ моль}$   
 $P_1 = ?$   
 $t_3 = ?$

$P_1 V_1 = n R T_1$   
 $P_1 = \frac{n R T_1}{V_1} = \frac{0,2 \cdot 8,31 \cdot 300}{0,00831} = 6000 \text{ Па}$

$P_2 V_2 = n R T_2$   
 $P_2 = \frac{n R T_2}{V_2} = \frac{0,3 \cdot 8,31 \cdot 280}{0,00831} = 8400 \text{ Па}$

$P_1 V_1 = P_2 V_2 = n R T_3$   
 $T_3 = \frac{P_1 V_1}{n R} = \frac{6000 \cdot 0,00831}{0,2 \cdot 8,31} = 300\text{K}$   
 $t_3 = 300\text{K} - 273 = 27^\circ\text{C}$

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

$$\frac{0,2 \text{ моль}}{0,3 \text{ моль}} = \frac{300\text{K}}{280\text{K}}$$

$$V = V_0 (1 + \alpha t)$$

$$V = 0,2 \left( 1 + \frac{1}{273} \cdot 27^\circ\text{C} \right) = 0,2 \left( 1 + \frac{1}{273} \cdot 300\text{K} \right) = 0,2 \text{ моль}$$

$$P = \frac{8,31 \cdot 0,3 \cdot 34}{8,31 \cdot 10^{-3}} = 34 \cdot 10^3$$

$$\frac{dP}{dT} = \frac{L}{T(V_2 - V_1)}$$

$$\begin{array}{r} \times 8,31 \\ 2,1 \\ \hline 17 \end{array}$$

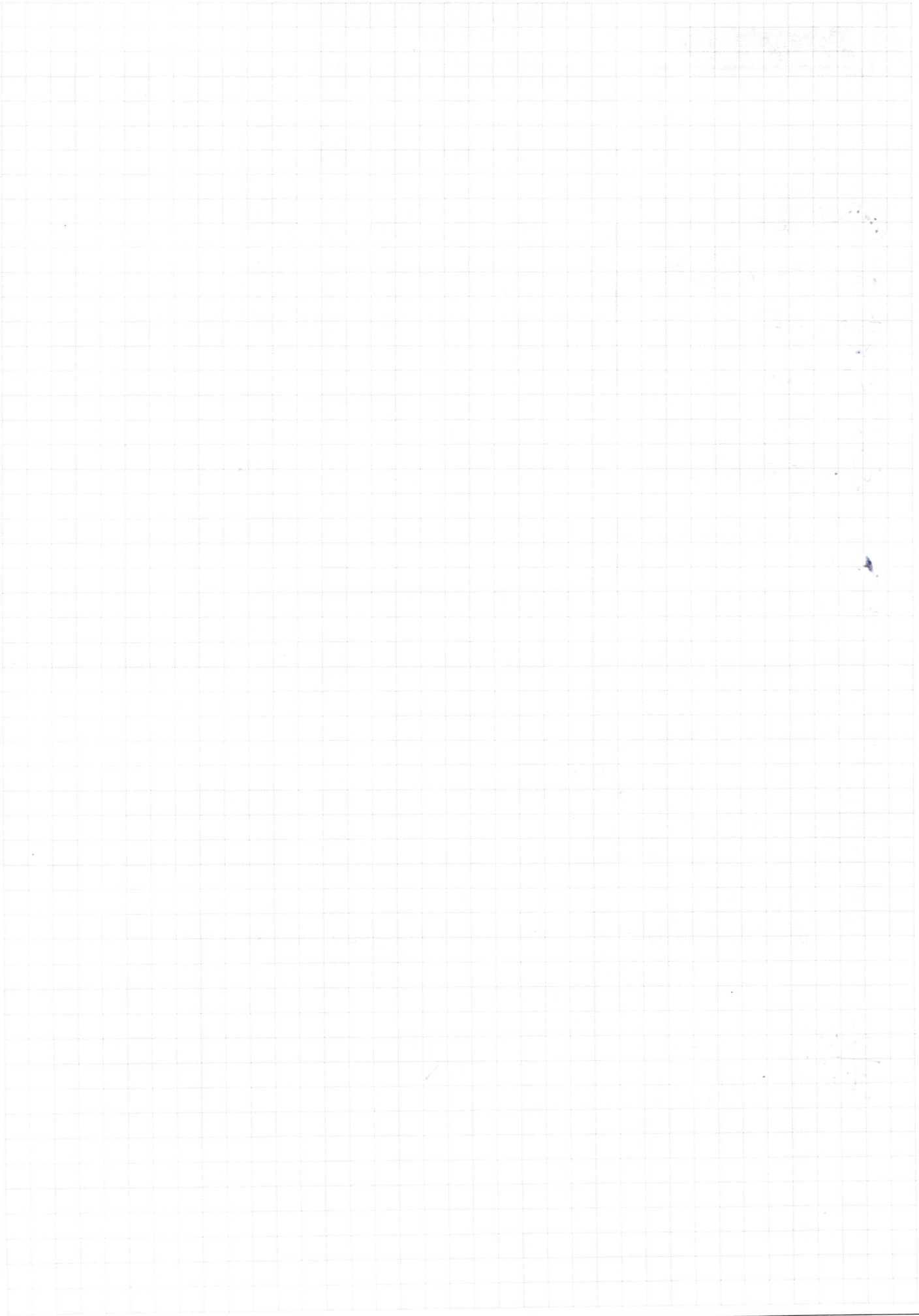
$$P = R T_1 \frac{n}{V_1}$$

$$P = 8,31 \frac{\text{кДж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 27^\circ\text{C} \cdot 0,2 \text{ моль}$$

$$P = 432 \text{ Дж}$$

$$P = R T_2 \frac{n}{V_2}$$

$$P = 8,31 \frac{\text{кДж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 7^\circ\text{C} \cdot 0,3 \text{ моль} = 17 \text{ Дж}$$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)



1-018

ШИФР

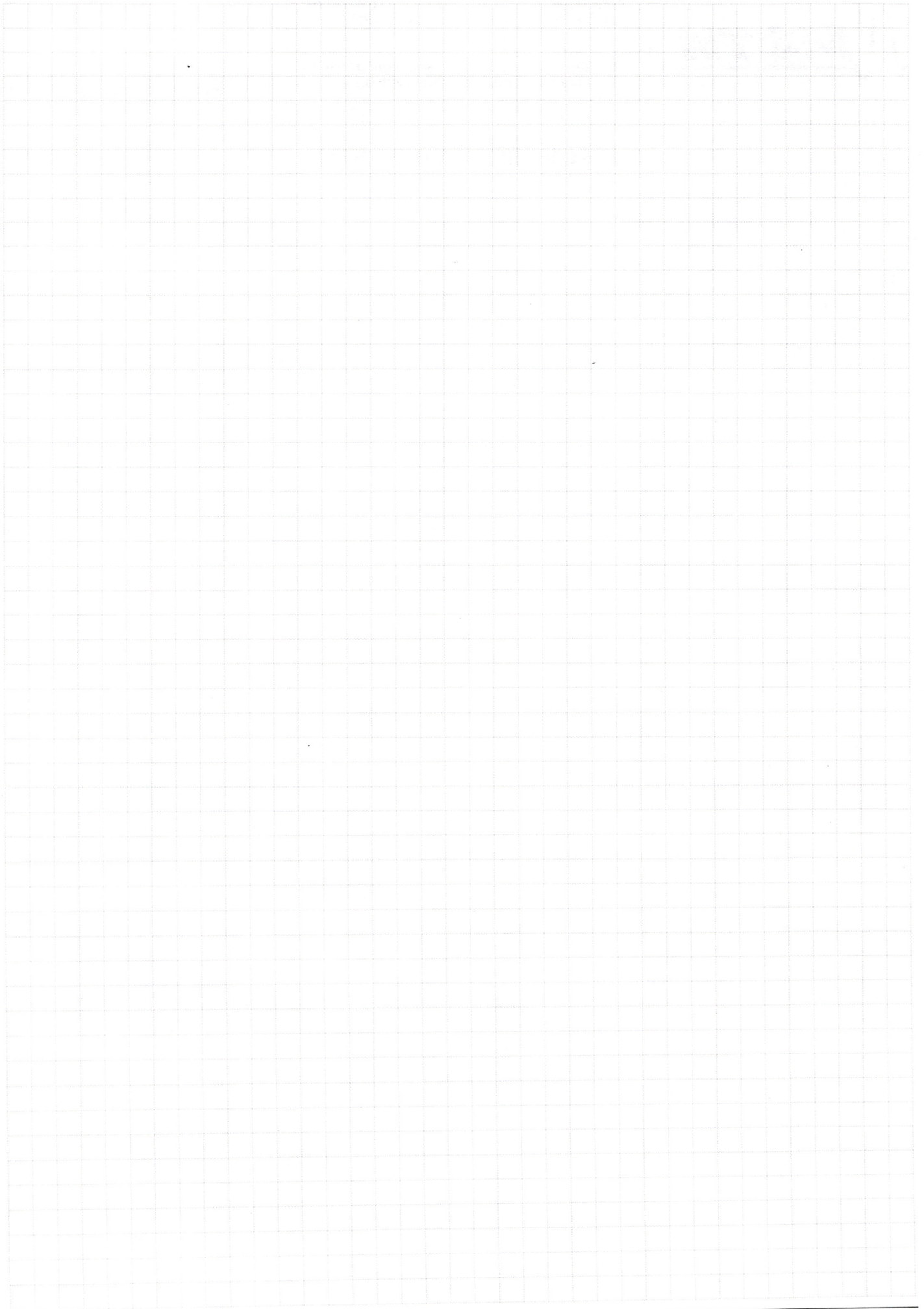
(заполняется секретарём)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4

черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 3  
(Нумеровать только чистовики)



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) Дано:

$$l = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

Решение:

$$v_{\min} = \frac{dS}{dt}$$

$$d = S = l$$

$$v = \frac{l \cdot l}{l \cdot t}$$

Найти:

$$v_{\min} = ?$$

$$t = gl = 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,5 \text{ м} = 0,5 \text{ с}^2$$

$$v = \frac{0,5 \text{ м} \cdot 0,5 \text{ м}}{0,5 \text{ м} \cdot 0,5 \text{ с}^2} = \frac{2,5 \text{ м}^2}{2,5 \text{ м} \cdot \text{с}^2} = 1 \text{ м/с}^2$$

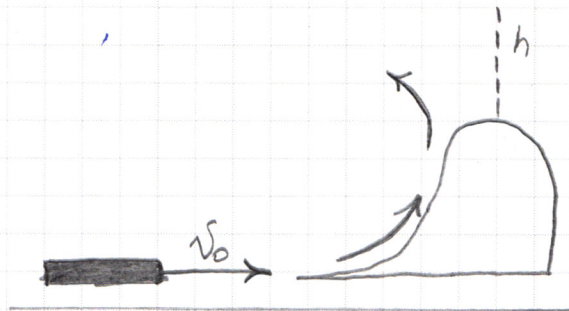
Ответ:  $v_{\min} = 1 \text{ м/с}^2$ .

2) Дано:

$m$

$v_0$

$3m$



Найти:

$h_m = ?$

$v = ?$

Решение:

$$t = \frac{1}{2} m v_0^2$$





черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №       
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5) Дано:

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

$$t_1 = 27^\circ\text{C}$$

$$\nu_1 = 0,2 \text{ моль}$$

$$t_2 = 7^\circ\text{C}$$

$$\nu_2 = 0,3 \text{ моль}$$

Найти:

$p$ ?

$t_3$ ?

Решение:

~~$$t_3 = (27^\circ\text{C} + 273\text{K}) + (7^\circ\text{C} + 273\text{K})$$~~

$$t_3 = (27^\circ\text{C} + 273\text{K}) + (7^\circ\text{C} + 273\text{K}) -$$

$$- (27^\circ\text{C} + 7^\circ\text{C} + 273\text{K}) =$$

$$= 580\text{K} - 307\text{K} = 273\text{K}$$

$$t_3 \text{ в } ^\circ\text{C} = 273\text{K} - 273\text{K} = 0^\circ\text{C}$$

$$t_3 = 0^\circ\text{C}$$

$$p_1 = R T_1 \nu_1$$

$$p_2 = R T_2 \nu_2$$

$$p_1 = 8,31 \frac{\text{кДж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 27^\circ\text{C} \cdot 0,2 \text{ моль} \approx 432 \text{ Дж} \cdot \text{Па}$$

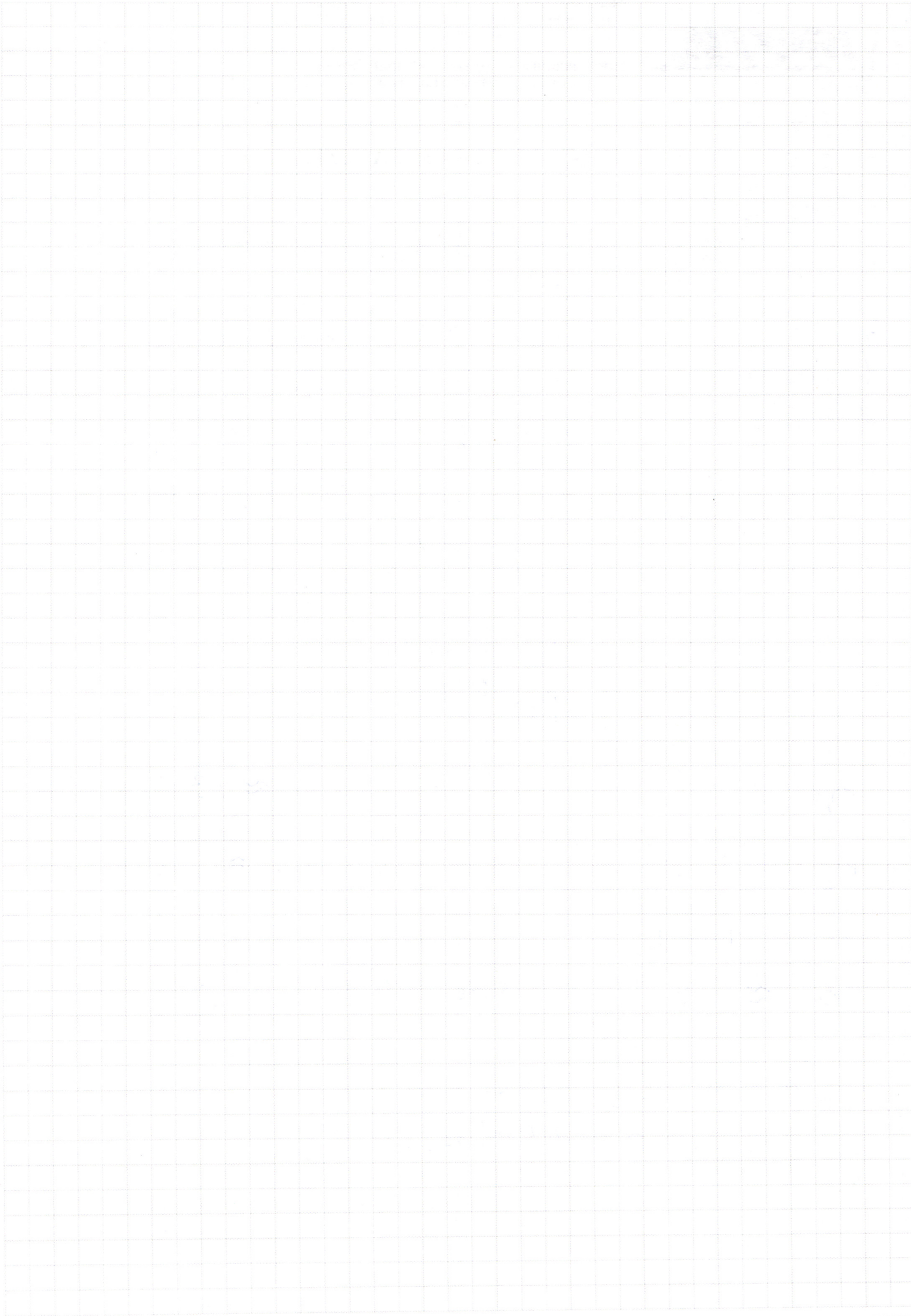
$$p_2 = 8,31 \frac{\text{кДж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 7^\circ\text{C} \cdot 0,3 \text{ моль} \approx 177 \text{ Дж} \cdot \text{Па}$$

$$p_{\text{общ}} = p_1 + p_2$$

$$p_{\text{общ}} \approx 432 \text{ Дж} \cdot \text{Па} + 177 \text{ Дж} \cdot \text{Па} = 449 \text{ Дж} \cdot \text{Па}$$

Ответ:  $t_3 = 0^\circ\text{C}$ .

$$p = 449 \text{ Дж} \cdot \text{Па}$$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)