



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

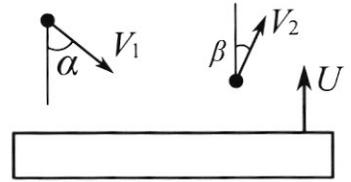
Класс 11

Вариант 11-01

Шифр

(заполняется секретарём)

- ✓ 1. Массивная плита движется с постоянной скоростью  $U$  вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость  $V_1 = 8$  м/с, направленную под углом  $\alpha$  ( $\sin \alpha = \frac{3}{4}$ ) к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью  $V_2$ , составляющей угол  $\beta$  ( $\sin \beta = \frac{1}{2}$ ) с вертикалью.

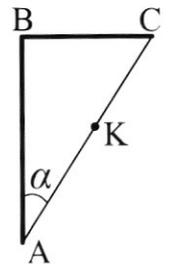


- 1) Найти скорость  $V_2$ .
  - 2) Найти возможные значения скорости плиты  $U$  при таком неупругом ударе.
- Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

- ✓ 2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится азот, во втором – кислород, каждый газ в количестве  $\nu = 3/7$  моль. Начальная температура азота  $T_1 = 300$  К, а кислорода  $T_2 = 500$  К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Газы считать идеальными с молярной теплоемкостью при постоянном объеме  $C_V = 5R/2$ .  $R = 8,31$  Дж/(моль·К).

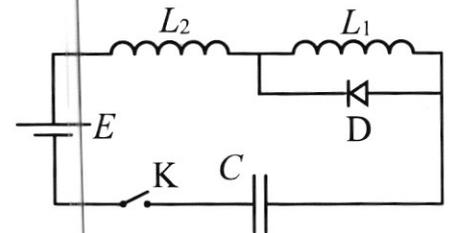
- 1) Найти отношение начальных объемов азота и кислорода.
- 2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
- 3) Какое количество теплоты передал кислород азоту?

- ✓ 3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



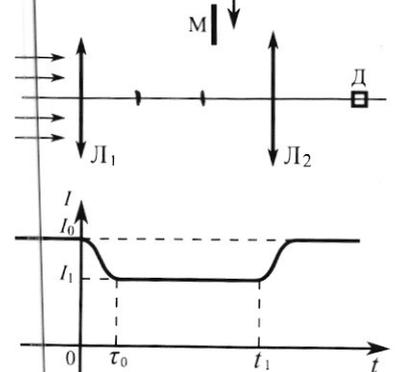
- 1) Пластина ВС заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол  $\alpha = \pi/4$ . Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС, если пластину АВ тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?
- 2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда  $\sigma_1 = 2\sigma, \sigma_2 = \sigma$ , соответственно. Угол  $\alpha = \pi/7$ . Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.

- ✓ 4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС  $E$ , катушек с индуктивностями  $L_1 = 2L, L_2 = L$ , конденсатора емкостью  $C$ , диода D (см. рис.). Ключ К разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в  $L_1$ .



- 1) Найти период  $T$  этих колебаний.
- 2) Найти максимальный ток  $I_{M1}$ , текущий через катушку  $L_1$ .
- 3) Найти максимальный ток  $I_{M2}$ , текущий через катушку  $L_2$ .

- ✓ 5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз  $L_1$  и  $L_2$  (см. рис.) с фокусным расстоянием  $F_0$  у каждой. Расстояние между линзами  $3F_0$ . Диаметры линз одинаковы и равны  $D$ , причем  $D$  значительно меньше  $F_0$ . На линзу  $L_1$  падает параллельно оси системы пучок света с одинаковой интенсивностью в сечении пучка. Прошедший через обе линзы свет фокусируется на фотодетекторе Д, на выходе которого сила тока пропорциональна мощности падающего на него света. Круглая непрозрачная мишень М, плоскость которой перпендикулярна оси системы, движется с постоянной скоростью перпендикулярно оси системы так, что центр мишени пересекает ось на расстоянии  $2F_0$  от  $L_1$ . На рисунке показана зависимость тока  $I$  фотодетектора от времени  $t$  (секундомер включен в момент начала уменьшения тока).  $I_1 = 3I_0/4$ .



- 1) Найти расстояние между линзой  $L_2$  и фотодетектором.
- 2) Определить скорость  $V$  движения мишени. 3) Определить  $t_1$ .

Известными считать величины  $F_0, D, \tau_0$ .



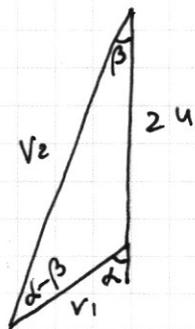
## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

W1

1) Запишем ЗСИ на горизонтальной оси для шарика.

$$mV_1 \sin \alpha = mV_2 \sin \beta \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 \sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{8 \cdot \frac{3}{4}}{\frac{1}{2}} = 12 \text{ м/с} = V_2$$

2) Рассмотрим движение в СО шара.  $\Rightarrow$  шарик движется со скоростью  $\vec{V}_1 + \vec{u}$ . По возвращении в СО земли добавляется еще  $\vec{u}$ .  $\Rightarrow \vec{V}_2 = \vec{V}_1 + 2\vec{u}$



Th. синусов

$$\frac{V_1}{\sin \beta} = \frac{2u}{\sin(\alpha - \beta)} = \frac{V_2}{\sin(180 - \alpha)}$$

$$\frac{V_1}{\sin \beta} = \frac{2u}{\sin \alpha \cos \beta - \sin \beta \cos \alpha} = \frac{V_2}{\sin \alpha}$$

$$\sin \alpha = \frac{3}{4} \quad \cos \alpha = \frac{\sqrt{7}}{4}$$

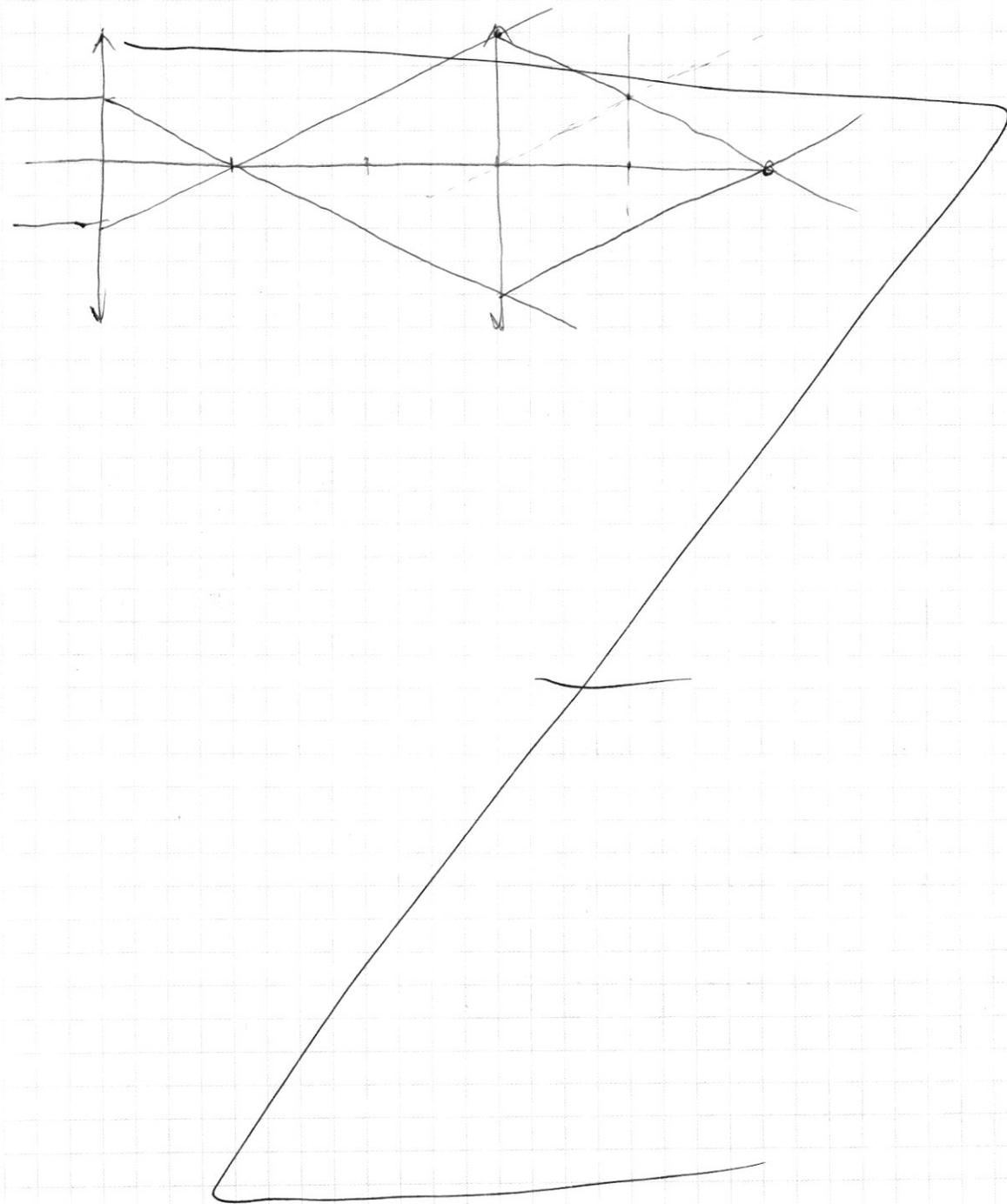
$$\sin \beta = \frac{1}{2}; \quad \cos \beta = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{8}{0,5} = \frac{2u}{\frac{3}{4} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{7}}{4}} = \frac{12}{3/4} \Rightarrow \frac{2u}{\frac{3\sqrt{3} - \sqrt{7}}{8}} = 16 \cdot 8$$

$$u = 8 \cdot \frac{(3\sqrt{3} - \sqrt{7})}{8} = 3\sqrt{3} - \sqrt{7}$$

Ответ:  $V_2 = 12 \text{ м/с}$ ;  $u = 3\sqrt{3} - \sqrt{7}$

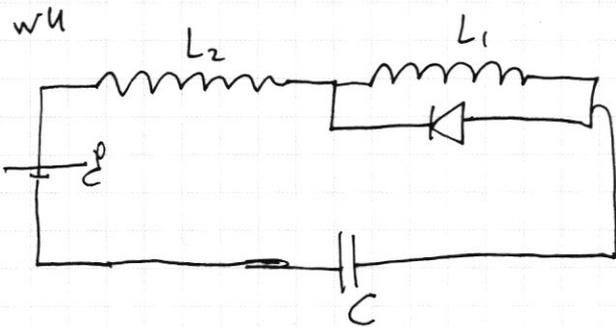
v,



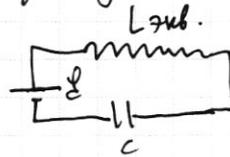
черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №       
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



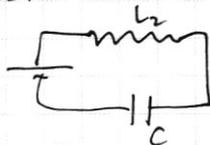
1) Найдем период перемены  
зарядов по галовой цепи



$$T_1 = 2\pi \sqrt{L_{\text{эв.}} C} = 2\pi \sqrt{(L_1 + L_2) C}$$

$$L_{\text{эв.}} = L_1 + L_2$$

2) при выключении тока время галовой  $T_2 = 2\pi \sqrt{L_2 C}$



Ответ:  $\pi \sqrt{LC} (\sqrt{3} + 1)$

*Т.к. цепь не  
консервативна  
периоды*

$$\Rightarrow T_{\Sigma} = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{2\pi (\sqrt{(L_1 + L_2) C} + \sqrt{L_2 C})}{2} = \frac{2\pi (\sqrt{3LC} + \sqrt{LC})}{2} = \frac{2\pi \sqrt{LC} (\sqrt{3} + 1)}{2} = \pi \sqrt{LC} (\sqrt{3} + 1)$$

3) Нет резисторов, можно считать, что тепло не выделяется

$\Rightarrow A_{\text{ист}} = W + Q \rightarrow$  работа источника уходит на конденсатор и катушки

В какой-то момент конденсатор полностью зарядится

$$\Rightarrow \mathcal{E} \cdot q = \frac{C U^2}{2}; \text{ где } q - \text{ прошедший по цепи заряд.}$$

$$\downarrow \quad L \cdot \frac{dI}{dt} = 0, \text{ т.к. } dI = 0$$

$$U = \mathcal{E} \Rightarrow \mathcal{E} q = \frac{C \mathcal{E}^2}{2} \Rightarrow q = \frac{\mathcal{E} C}{2}$$

$$\Rightarrow \text{энергия, которая будет храниться по цепи} = \frac{C \mathcal{E}^2}{2}$$

4) ~~Через  $L_1$  так идет только когда по галовой~~

Через  $L_2$  ток будет макс, когда вся энергия будет храниться в  $L_2$ , т.е.

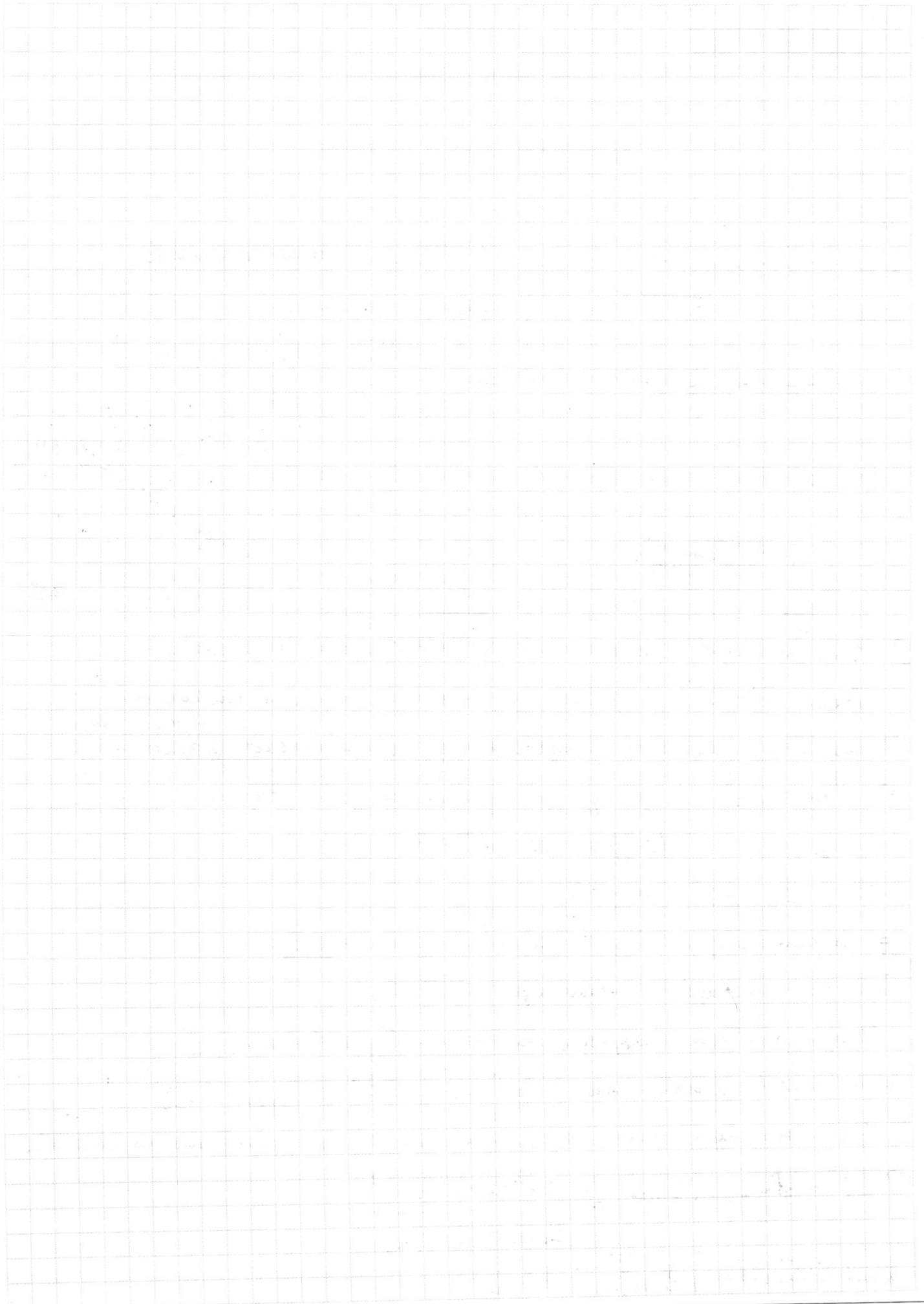
$$\text{тогда по галовой цепи } \frac{L_2 I_{2 \text{ max}}^2}{2} = \frac{C \mathcal{E}^2}{2} \Rightarrow I_{2 \text{ max}} = \mathcal{E} \sqrt{\frac{C}{L_2}}$$

5)  $2/3 L_1$  ток идет только когда, когда идет  $2/3 L_2$  одновременно по галовой

$$\Rightarrow \frac{C \mathcal{E}^2}{2} = \frac{L_2 I_{\text{max}}^2}{2} + \frac{L_1 I_{\text{max}}^2}{2} \Rightarrow C \mathcal{E}^2 = (L_1 + L_2) I_{\text{max}}^2$$

$$I_{\text{max}} = \mathcal{E} \sqrt{\frac{C}{L_1 + L_2}}$$

Ответ:  $\pi \sqrt{LC} (\sqrt{3} + 1)$ ;  $\mathcal{E} \sqrt{\frac{C}{L_1 + L_2}}$ ;  $\mathcal{E} \sqrt{\frac{C}{L_2}}$

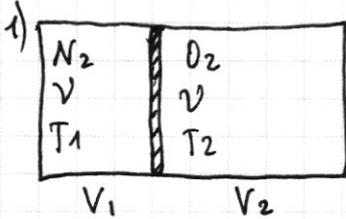


черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 2.



Отметим, что процесс медленный  $\Rightarrow$   
упорядочен без ускорения  $\Rightarrow$  считаем равновесие,  
что  $p_{N_2} = p_{O_2}$  - в начальном состоянии.

$\Rightarrow$  Зр-ше Менделеева-Клапп.  $p_{N_2} \cdot V_1 = \nu R T_1$   
 $p_{O_2} \cdot V_2 = \nu R T_2$   $\Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{5}$

2)  $E_{N_2} = \frac{5}{2} \nu R T_1$

$E_{O_2} = \frac{5}{2} \nu R T_2$

$E_{\text{смет}} = \frac{5}{2} \nu R (T_1 + T_2)$

после уст. равновесия  $E_{N_2}' = \frac{5}{2} \nu R T_3$

$E_{O_2}' = \frac{5}{2} \nu R T_3$

$E_{\text{смет}}' = \frac{5}{2} \nu R 2T_3$

$Q = 0$ , т.к. цилиндр теплоизолирован

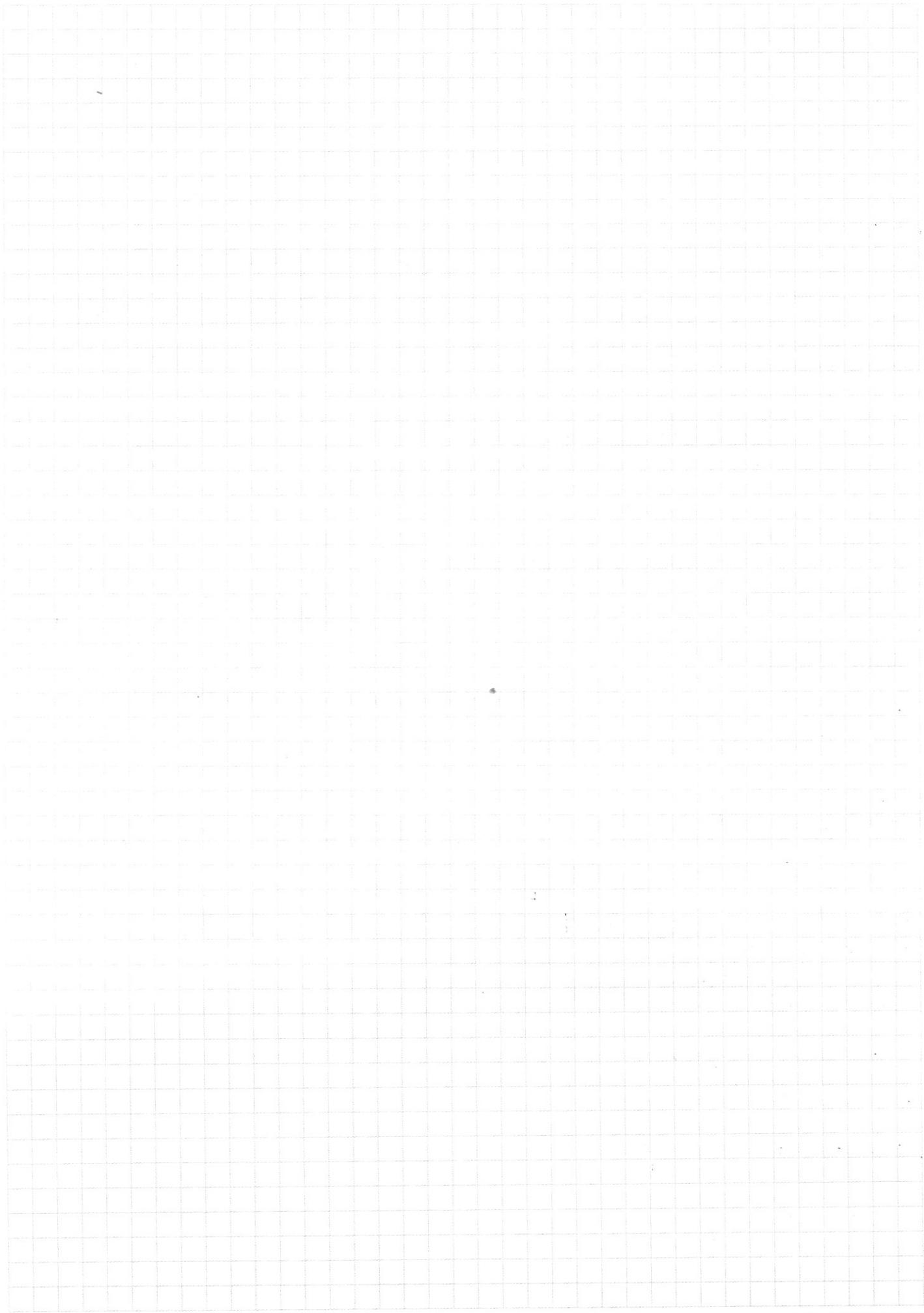
$\Rightarrow T_1 + T_2 = 2T_3 \Rightarrow T_3 = 400 \text{ K}$

3)  $\Delta E_{N_2} = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_1) = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$  - тепло, которое азот утратил в процессе

$\Rightarrow$  оно ушло к кислороду, т.к. больше масса

$\Rightarrow |-\Delta E_{N_2}| = |+\Delta E_{O_2}| = \frac{5}{2} \nu R \cdot 100 \text{ K} = \frac{5}{2} \cdot \frac{3}{7} \cdot 831 = 89 \frac{5}{14} \text{ Дж}$

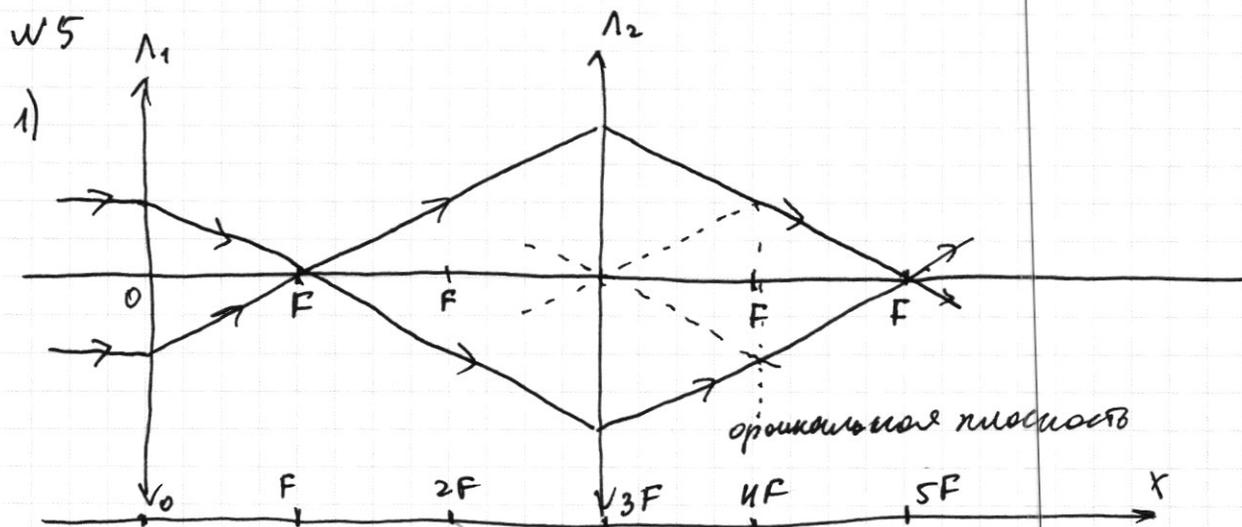
Ответ: 1)  $\frac{3}{5}$ ; 2)  $T_3 = 400 \text{ K}$ ; 3)  $89 \frac{5}{14} \text{ Дж}$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



лучи соберутся в фокусе первой линзы  $\Rightarrow$  применим формулу тонкой линзы для сходящегося луча в точке F.

$$\frac{1}{(3F-F)} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \Rightarrow d=2F \text{ — расстояние от } L_2 \text{ до } \Delta.$$

2) Когда линза полностью попадает в область лучей, она закрывает  $\frac{1}{4}$  от диаметра в данной точке  $2F$ . Очевидно, что в точке  $2F$  диаметр луча в два раза меньше  $D$ .  $\Rightarrow M = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} D = \frac{D}{8}$  — ширина линзы.

$\Rightarrow$  за время  $\tau_0$  линза пройдёт расстояние своей ширины

$$\Rightarrow v \cdot \tau_0 = \frac{D}{8} \Rightarrow v = \frac{D}{8\tau_0}$$

3) Как только линза полностью займёт в пучок, начинается прямая линза на графике. Мас. линзы пройдёт диаметр пучка линзы своей ширины, т.е.  $L = \frac{D}{2} - \frac{D}{8} = \frac{3}{8} D$

$$\Rightarrow (t_1 - \tau_0) \cdot v = \frac{3}{8} D \Rightarrow t_1 = \tau_0 + \frac{3}{8} D \cdot \frac{1}{\frac{D}{8\tau_0}} = \tau_0 + 3\tau_0 = 4\tau_0$$

Ответ:  $\rho(L_2; \Delta) = 2F$ ;  $v = \frac{D}{8\tau_0}$ ;  $t_1 = 4\tau_0$



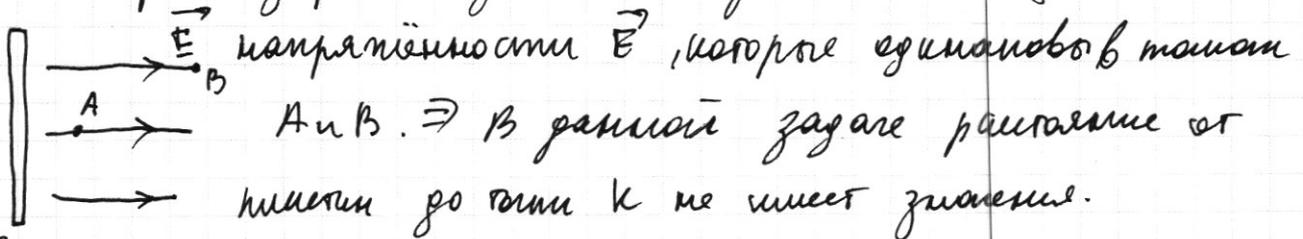
черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3.

Рассмотрим заряженную пластину. От неё исходят линии



Заметим, что угол  $\alpha$  задает отношение площадей пластин.

$Q_i = \sigma_i$ . Нам уже даны  $\sigma_1$  и  $\sigma_2 \Rightarrow$  площади, заряды и их отношение друг к другу нам не важны  $\Rightarrow$

угол не важен. Найдём  $E_{\varepsilon_1}$  и  $E_{\varepsilon_2}$  по принципу суперпозиции.

1)  $E_{BC} + E_{BA} = E_{\varepsilon_1} \Rightarrow E_{\varepsilon_1} = \sqrt{\frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2} + \frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2}} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}\varepsilon_0}$  — это если обе BC и AB заряжены

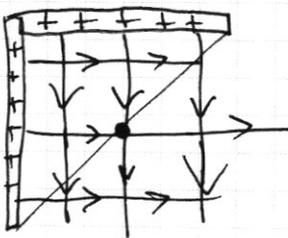
$E_{BC} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$E_{BA} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

А если только BC, то  $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$\Rightarrow k = \frac{\frac{1}{\sqrt{2}}}{\frac{1}{2}} = \frac{2}{\sqrt{2}} = \frac{2\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2}$  — в  $\sqrt{2}$  раз

2)



зная угол  $\alpha$  можно найти отношение

зарядов пластин  $2\sigma = \frac{Q_{BC}}{S_{BC}} \quad \sigma = \frac{Q_{AB}}{S_{AB}}$

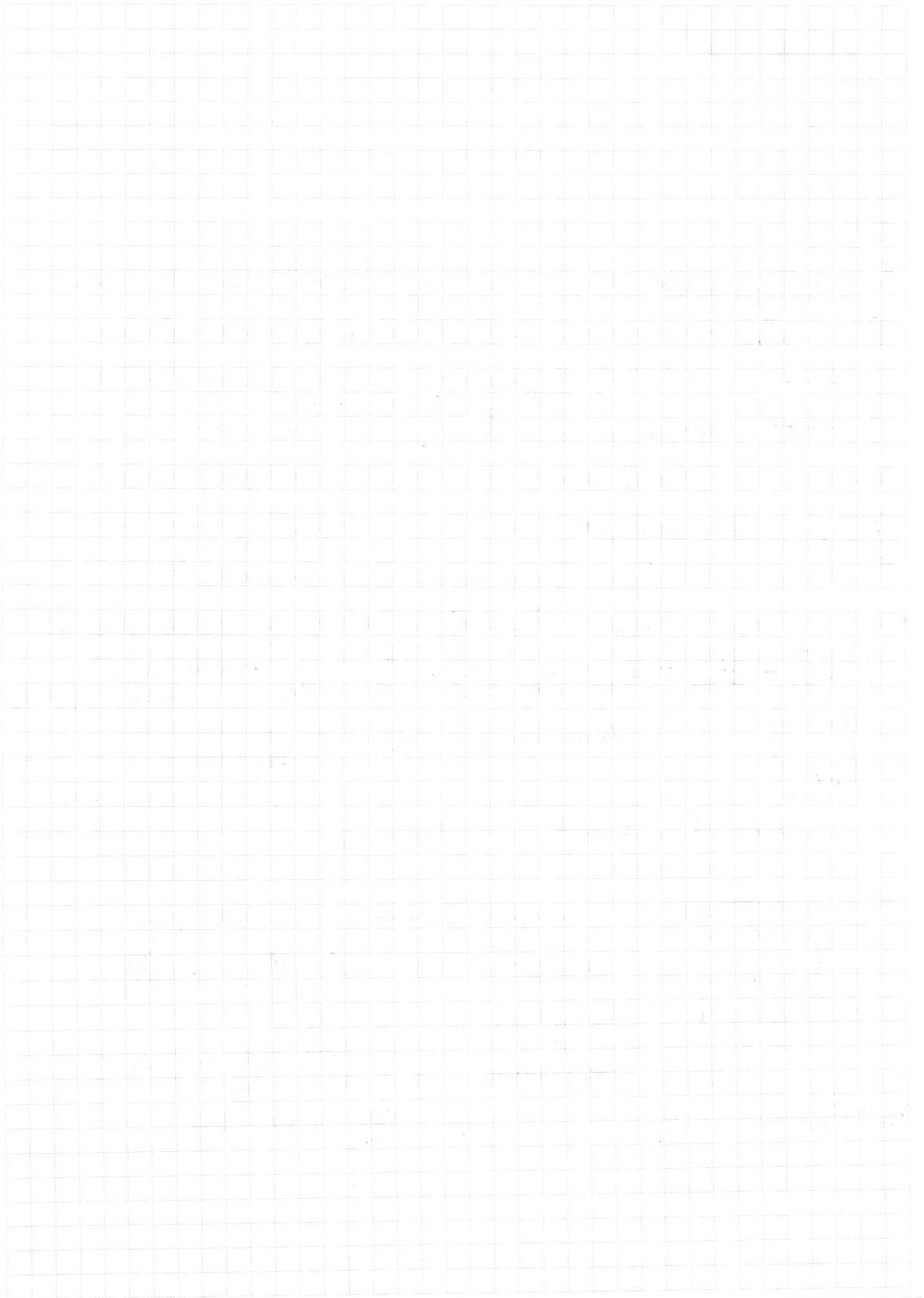
$BC = AB \cdot \tan \alpha$

$S_{BC} = S_{AB} \cdot \tan \alpha$

$\frac{2\sigma}{\sigma} = \frac{Q_{BC}}{S_{BC}} \cdot \frac{S_{AB}}{Q_{AB}} \Rightarrow \frac{Q_{BC}}{Q_{AB}} \cdot \frac{S_{AB}}{S_{BC}} = 2$

$\Rightarrow \frac{Q_{BC}}{Q_{AB}} = 2 \tan \alpha = 2 \tan \frac{\pi}{4}$

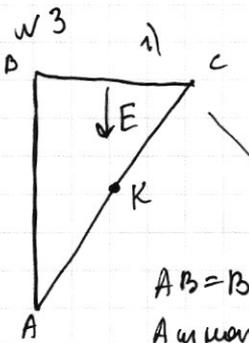
$E_{\varepsilon_2} = E_{\varepsilon_1} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}\varepsilon_0}$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$E_{BC} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$E_{AB} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

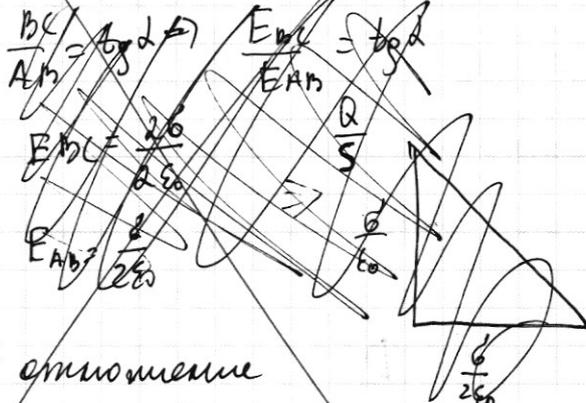
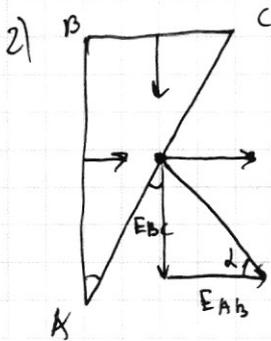
$AB = BC$

А симметрично

$$E_K = E_{BC} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \Rightarrow \Delta E = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{2}{\sqrt{2}} = \frac{2\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} - \sigma\sqrt{2} \text{ рад.}$$

По принципу суперпозиции напряженностей  
в точке K:  $\vec{E}_{BC} + \vec{E}_{AB} = \vec{E}_K$

$$E_K = \sqrt{2 \frac{\sigma^2}{4\epsilon_0^2}} = \sqrt{2} \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$



От угла зависит отношение  
площадей пластин  $E = \frac{Q_i}{S_i \cdot 2\epsilon_0}$

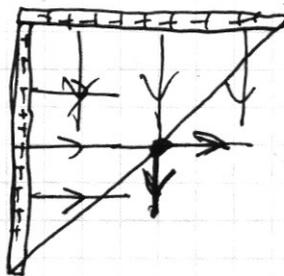
$\frac{Q_i}{S_i} \propto \sigma_i \Rightarrow$  нам угол не важен

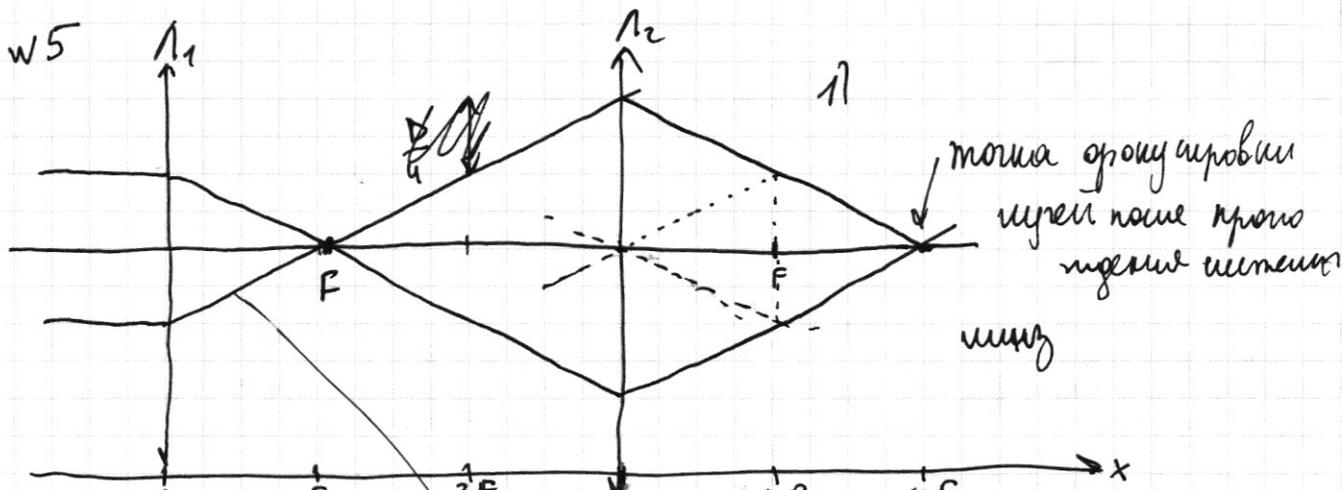
Какие бы  $R$  и  $S$  не были,

$$E_{BC} = \frac{2\sigma}{2\epsilon_0}; E_{AB} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \Rightarrow E_K$$

$$E_K = \sqrt{\left(\frac{\sigma}{\epsilon_0}\right)^2 + \frac{\sigma^2}{4\epsilon_0^2}} = \sqrt{\frac{5\sigma^2}{4\epsilon_0^2}} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \sqrt{5}$$

Ответ: 2)  $\frac{\sigma\sqrt{5}}{2\epsilon_0}$ ; 1)  $\sqrt{2}$





Косые лучи преломля первой линзы будут собираться в фокусе  
 $\Rightarrow$  запишем закон тонкой линзы  $\frac{1}{(3F)} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$

$d = 2F$

Ответ  $\rho(\lambda_2; \Delta) = 2F = 2F_0$

$d = 2F$

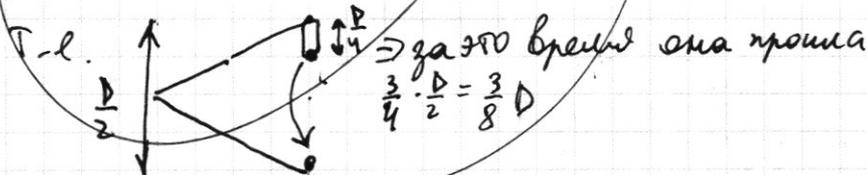
2) когда между линзами стоит мишень, то из-за неё теряется  $\frac{1}{4} I_0 \Rightarrow$  мишень занимает  $\frac{1}{4}$  площади луча света в точке  $2F$ .

Диаметр луча в  $2F = \frac{1}{2} D = \frac{D}{2}$ .

За время  $t_1 - t_0$  мишень не менялась вообще  $\Rightarrow$  за время в этот промежуток  $M$  перешло от:

П.к. в это время мощность упала на  $\frac{1}{4} \Rightarrow$  т.к. мощность и ток прямо пропорциональны  $\Rightarrow$

$\Rightarrow M = \frac{1}{4} \frac{D}{2} = \frac{D}{8}$



А за время  $t_0$  она прошла  $\frac{D}{4}$  (то есть из радиуса)  $\Rightarrow \frac{D}{4} \cdot \frac{1}{v_0} = t_0$

$\Rightarrow t_0 = \frac{D}{4v_0} \Rightarrow v_0 = \frac{D}{4t_0}$

за время  $t_0$  мишень прошла своего собственного диаметра  $\Rightarrow v \cdot t_0 = \frac{D}{8} \Rightarrow v = \frac{D}{8t_0}$

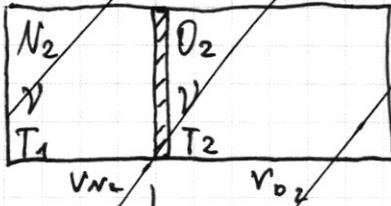
$\Rightarrow (t_1 - t_0) \cdot v = \frac{3}{8} D \Rightarrow t_1 - t_0 = \frac{3D \cdot 8t_0}{8 \cdot D} = 3t_0 \Rightarrow t_1 = 4t_0$

Ответ:  $v = \frac{D}{8t_0}$ ;  $t_1 = 4t_0$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

маленькое неравновесное состояние:

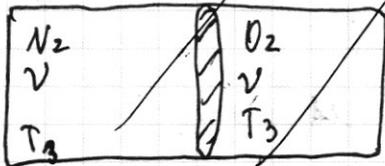


Ур-ние Менг-кн.т для маленького сост.

$$p_{N_2} \cdot V_{N_2} = \nu R T_1$$

$$p_{O_2} \cdot V_{O_2} = \nu R T_2$$

равновесное сост.



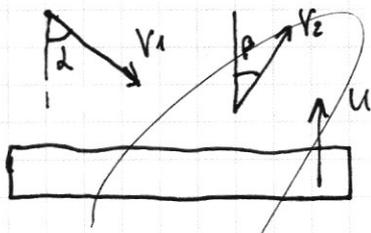
По УЗ.К:  $p_{N_2}' S = p_{O_2}' S \Rightarrow p_{N_2}' = p_{O_2}' = p_2$

$\Rightarrow$  Ур-ние Менг-кн.т  $p_2 \cdot V_{N_2}' = \nu R T_3 \Rightarrow V_{N_2}' = V_{O_2}'$

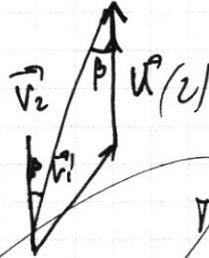
$$p_2 \cdot V_{O_2}' = \nu R T_3$$

ω d по 3CU на X

$m v_1 \sin d = m v_2 \sin \beta \Rightarrow v_2 = \frac{v_1 \sin d}{\sin \beta} = \frac{8 \cdot \frac{3}{4} \cdot 2}{\frac{1}{4}} = 12 \text{ m/c}$   
 (нет вращения или по горизонту  $\vec{v}_1 + \vec{u} = \vec{v}_2$ )  
 CO митри:



В CO земной скоростью отскока

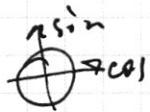


⇒ Th. косинусов при (1)

$v_1^2 + u^2 - 2v_1 u \cos(180-d) = v_2^2$

Th. косинусов при (2)

$v_1^2 + u^2 - 2v_1 u \cos \beta = v_2^2$



$\cos(180-d) = \cos 180 \cos d - \sin 180 \sin d = -\cos d$

$v_1^2 + u^2 - 2v_1 u \cos(180-d) = v_2^2 + u^2 - 2v_2 u \cos \beta$

$v_1^2 + 2v_1 u \cos d - v_2^2 + 2v_2 u \cos \beta = 0$

$u(2v_1 \cos d + 2v_2 \cos \beta) = v_2^2 - v_1^2$

$u = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2v_1 \cos d + 2v_2 \cos \beta} = \frac{144 - 64}{2 \cdot 8 \cdot \frac{\sqrt{7}}{4} + 2 \cdot 12 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}} =$

$\sin d = \frac{3}{4}$   
 $\cos d = \sqrt{1 - \frac{9}{16}} = \frac{\sqrt{7}}{4}$

$\sin \beta = \frac{1}{2}$   
 $\cos \beta = \frac{\sqrt{2}}{2}$

$= \frac{80}{4\sqrt{7} + 12\sqrt{2}}$

Ответ:  $v_2 = 12 \text{ m/c}$ ;  $u = \frac{80}{4\sqrt{7} + 12\sqrt{2}}$

### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$p_2 \cdot \frac{v_1 + v_2}{2} = vR(T_1 + T_2)$$

$$p_{02} v_1 = vR T_1$$

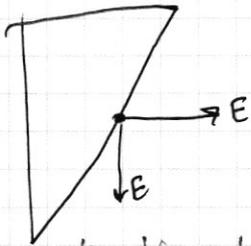
$$p_{02} \cdot v_2 = vR T_2$$

$$\Rightarrow \frac{p_{02} v_1}{p_{02} v_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{5}$$

$E \quad F = qE$

$$\frac{5}{2} p_{02} v_1 + \frac{5}{2} p_{02} v_2 = \left( \frac{5}{2} p_2 \frac{v_1 + v_2}{2} \right) \cdot 2$$

$$\frac{5}{2} (p_{02} v_1 + p_{02} v_2) = \frac{5}{2} p_2 (v_1 + v_2)$$



$$(p_{02} v_1) \cdot 5 = 3 p_{02} \cdot v_2$$

$$7P \cdot R = IP \cdot 7$$

$$R = \frac{7P}{IP} \cdot 7$$

$$p_{02} v_2 = p_{02} v_1 \cdot \frac{5}{3}$$

$$\frac{7}{8}$$

$$\frac{5}{3} p_{02} v_1 + p_{02} v_1 = p_2 (v_1 + v_2)$$

$$\frac{8}{3} p_{02} v_1 = p_2 (v_1 + v_2)$$

$$p_{02} = \frac{p_2 (v_1 + v_2)}{\frac{8}{3} v_1} = \frac{3}{8} p_2 \frac{(v_1 + v_2)}{v_1}$$

$$\frac{7P}{8P} \cdot 7 = 7P \cdot R$$

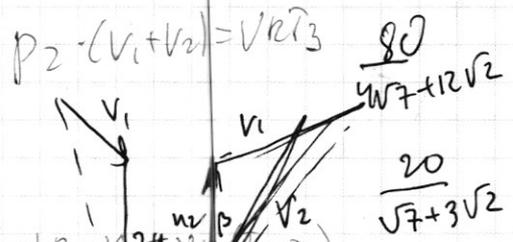
$$\frac{p_{02}}{p_{02}} = \frac{\frac{5}{8} \cdot v_1}{v_2 \cdot \frac{3}{8}} = \frac{5v_1}{3v_2} \cdot 7 = 2 \cdot R$$

$$\frac{3v_2 \cdot P}{5 \cdot v_1 \cdot v_2}$$

$$\frac{7P}{P \cdot 8} < IP$$

$$R = \frac{7P}{IP} \cdot 7$$

$$\frac{1}{2F} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$$



$$p_{02} v_1 + p_{02} v_2 = p_2 \frac{v_1 + v_2}{2} \cdot 2$$

$$p_2 (v_1 + v_2) = p_2 (v_1 + v_2)$$

$$p_{02} v_1 + p_{02} v_2 = p_2 (v_1 + v_2)$$

$$\frac{3}{5} p_{02} v_2 + p_{02} v_2 = p_2 (v_1 + v_2)$$

$$\frac{8}{5} p_{02} v_2 = p_2 (v_1 + v_2)$$

$$p_{02} = \frac{p_2 (v_1 + v_2)}{\frac{8}{5} v_2} = \frac{5}{8} p_2 \frac{(v_1 + v_2)}{v_2}$$

$$(\sqrt{7+3\sqrt{2}})(\sqrt{8\sqrt{2}-3\sqrt{7}})$$

$$\frac{20(\sqrt{7-3\sqrt{2}})}{18-7}$$

$$\frac{20(3\sqrt{2}-\sqrt{7})}{9}$$

$$A = (V_1 - V_2) q$$

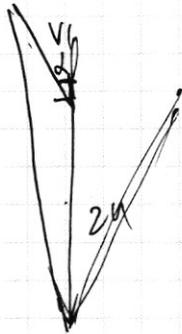
$$\varphi = \frac{kq}{r}$$

$$W = \frac{kq^2}{r}$$

$$\frac{W}{r} = F = \frac{kq^2}{r^2} \Rightarrow qE \Rightarrow$$

$$Ed = \varphi$$

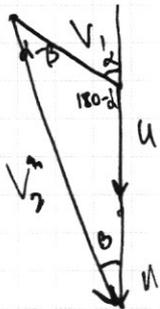
$$\Rightarrow E = \frac{q}{kr^2}$$



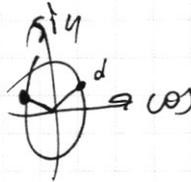
$$A_{\text{ум}} = W$$

$$L_{\text{ум}} - \frac{dI}{dt}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{v_1}{\sin \beta} = \frac{v_2}{\sin(180-d)} = \frac{u}{\sin(d-\beta)}$$



$$\frac{v_1}{\sin \beta} = \frac{v_2}{\sin d}$$

$$\frac{8}{\frac{1}{2}} = \frac{u}{\sin d \cos \beta - \sin \beta \cos d}$$

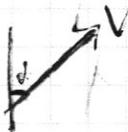
$$v_1 \cdot \frac{3}{u} = v_2 \cdot \frac{1}{2}$$

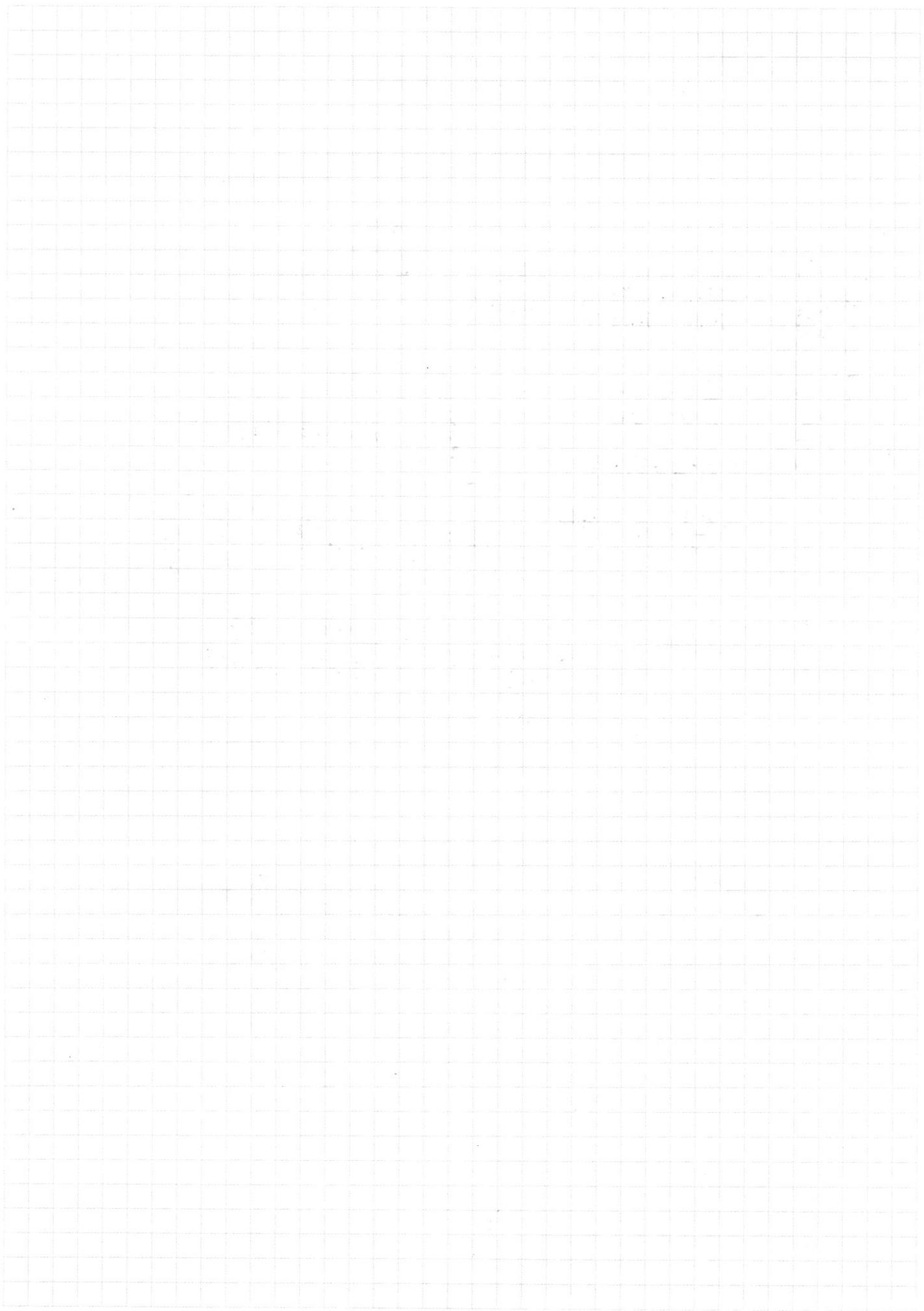
$$2 \cdot \frac{8 \cdot 3}{u} = \frac{v}{2} \quad v = 2$$

$$16 = \frac{4}{\frac{3}{4} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{7}}{4}} = \frac{4}{\frac{3}{4\sqrt{2}} - \frac{\sqrt{7}}{8}}$$

$$= \frac{4}{\frac{3\sqrt{2}}{4 \cdot 2} - \frac{\sqrt{7}}{8}} = \frac{4 \cdot 8}{3\sqrt{2} - \sqrt{7}} = \frac{32}{3\sqrt{2} - \sqrt{7}}$$

*Зачем*

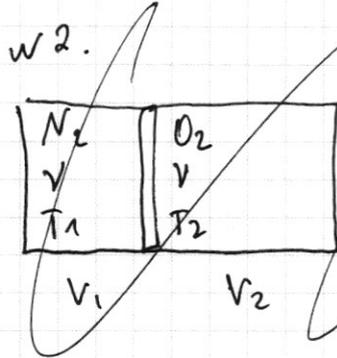




черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Отметим, что процесс изгибания  $\rightarrow$  у  
горючего нет ускорения  $\Rightarrow$  в каждой точке  
имеем  $p_{N_2} = p_{O_2}$

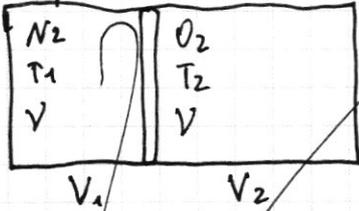


черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

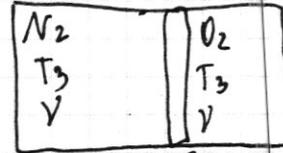
$w_2$   
не равновесное сост.



Медь-клатт.

$$p_{N_2} \cdot V_1 = \nu R T_1$$

$$p_{O_2} \cdot V_2 = \nu R T_2$$



$$p_{N_2}' V_1' = \nu R T_3$$

$$p_{O_2}' (V_2 - V_1') = \nu R T_3$$

ИЗМ:  $p_{N_2}' S = p_{O_2}' S$

$$E_1 = \frac{5}{2} \nu R T_1$$

- азот

$$E_2 = \frac{5}{2} \nu R T_2$$

- кислород

$$p_{N_2}' = p_{O_2}' \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_1 + V_2 = 2V_1' \Rightarrow V_1' = \frac{V_1 + V_2}{2}$$

$$E_1' = \frac{5}{2} \nu R T_3$$

$$E_2' = \frac{5}{2} \nu R T_3$$

В процессе нет тепла обмена

$Q=0 \Rightarrow$  адиабатный процесс для всей системы

$$\Rightarrow \frac{5}{2} \nu R (T_1 + T_2) = \frac{5}{2} \nu R T_3 \Rightarrow T_3 = 400 \text{ K}$$

$$\frac{5}{2} \nu R (T_1 + T_2) = \frac{5}{2} \nu R \cdot 2T_3 \Rightarrow T_3 = \frac{T_1 + T_2}{2} = 400 \text{ K}$$

Тепло у кислорода укоротко взят  $\Rightarrow | \Delta E_k | = | \Delta E_{k3} | = \frac{5}{2} \nu R T_2 - \frac{5}{2} \nu R T_3 =$

$$= \frac{5}{2} \nu R \Delta T = \frac{5}{2} \cdot \frac{3}{7} \cdot 8,31 \cdot 100 \text{ K} = 89 \frac{5}{14} \text{ Дж}$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 15 \\ \hline 12465 \\ - 112 \\ \hline 186 \\ \times 14 \\ \hline 726 \\ \hline 05 \end{array}$$

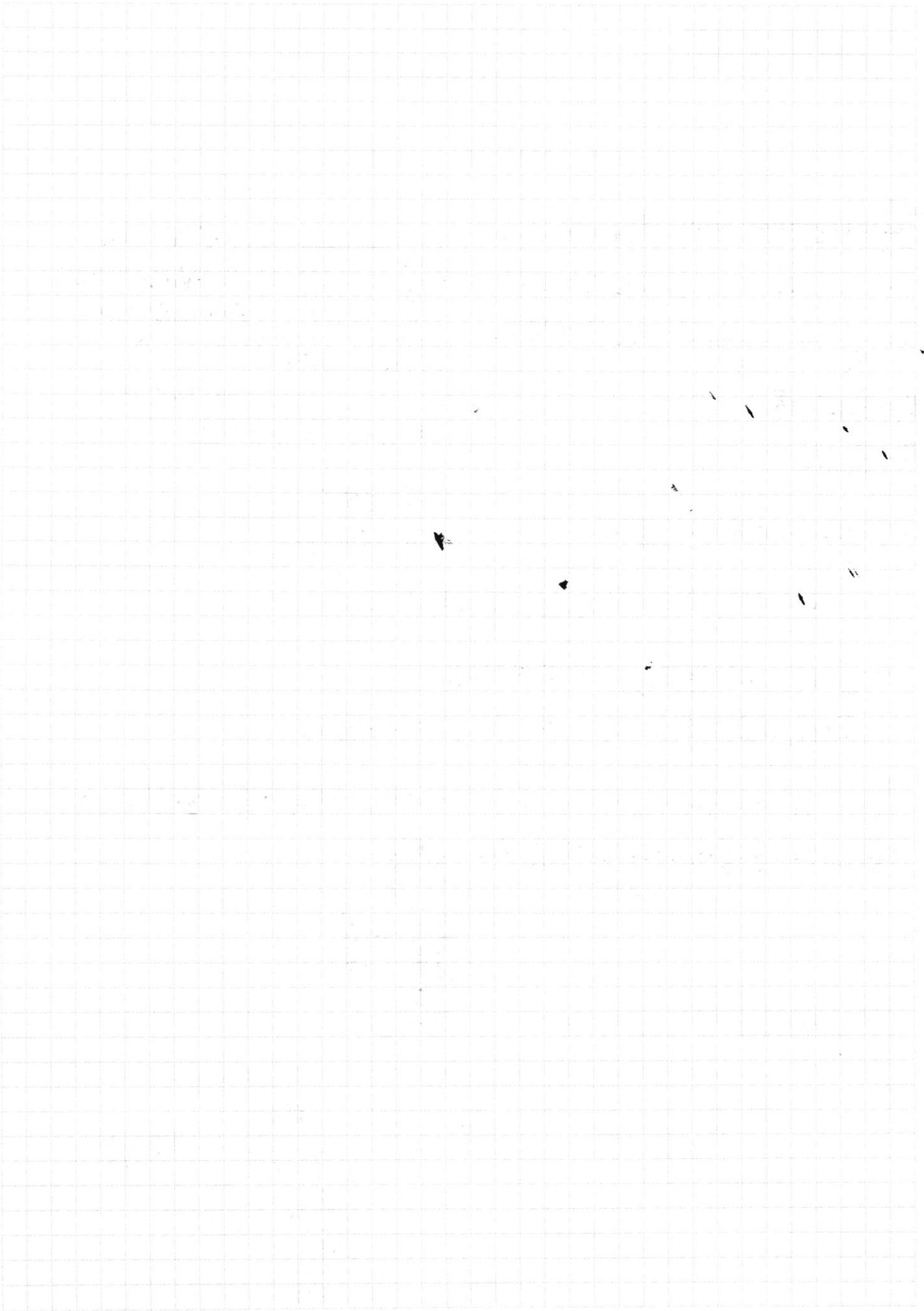
Так как процесс происходит медленно  $\Rightarrow$  можно считать, что

$$\Rightarrow p_{N_2} = p_{O_2} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{5}$$

у кислорода нет ускорения  $\Rightarrow$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 15 \\ \hline 12465 \\ - 112 \\ \hline 186 \\ \times 14 \\ \hline 726 \\ \hline 05 \end{array}$$

89 +  $\frac{5}{14}$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)