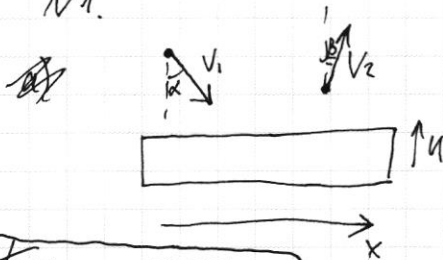


## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1.



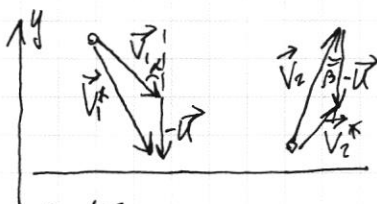
Пл.к. пластина массивная, её скорость в результате удара практически не меняется.

1) Во время удара на шарик действует только вертикально направленная сила реакции опоры (т.к. трения нет). Следовательно по ОХ выполняется ЗСИ:

$$V_1 \sin \alpha = V_2 \sin \beta$$

$$V_2 = V_1 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = 12 \cdot \frac{1/2}{1/3} = 18 \text{ (м/с)}$$

2) В СО пластины:



$\vec{V}_1^*$  и  $\vec{V}_2^*$  — скорости до и после удара в СО пластины ( $\vec{V}_1^* = \vec{V}_1 - \vec{u}$ ,  $\vec{V}_2^* = \vec{V}_2 - \vec{u}$ ).

1) Проекция скорости  $\vec{V}_2^*$  на Оу не может быть отрицательной  $\Rightarrow V_{2y} - u \geq 0$  т.е.  $V_2 \cos \beta - u \geq 0$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - 1/9} = \sqrt{8/9} = \frac{2}{3} \sqrt{2}$$

$$u \leq V_2 \cos \beta \Rightarrow u \leq 18 \cdot \frac{2}{3} \sqrt{2} \Rightarrow u \leq 12\sqrt{2}$$

$$u \in [0, 12\sqrt{2}]$$

2) П.к. удар неупругий, мех. энергия шарика в начале ~~удар~~ <sup>большее</sup> мех. энергии шарика после удара, т.е.  $mV_1^{*2}/2 > mV_2^{*2}/2$  (м-масса шарика).

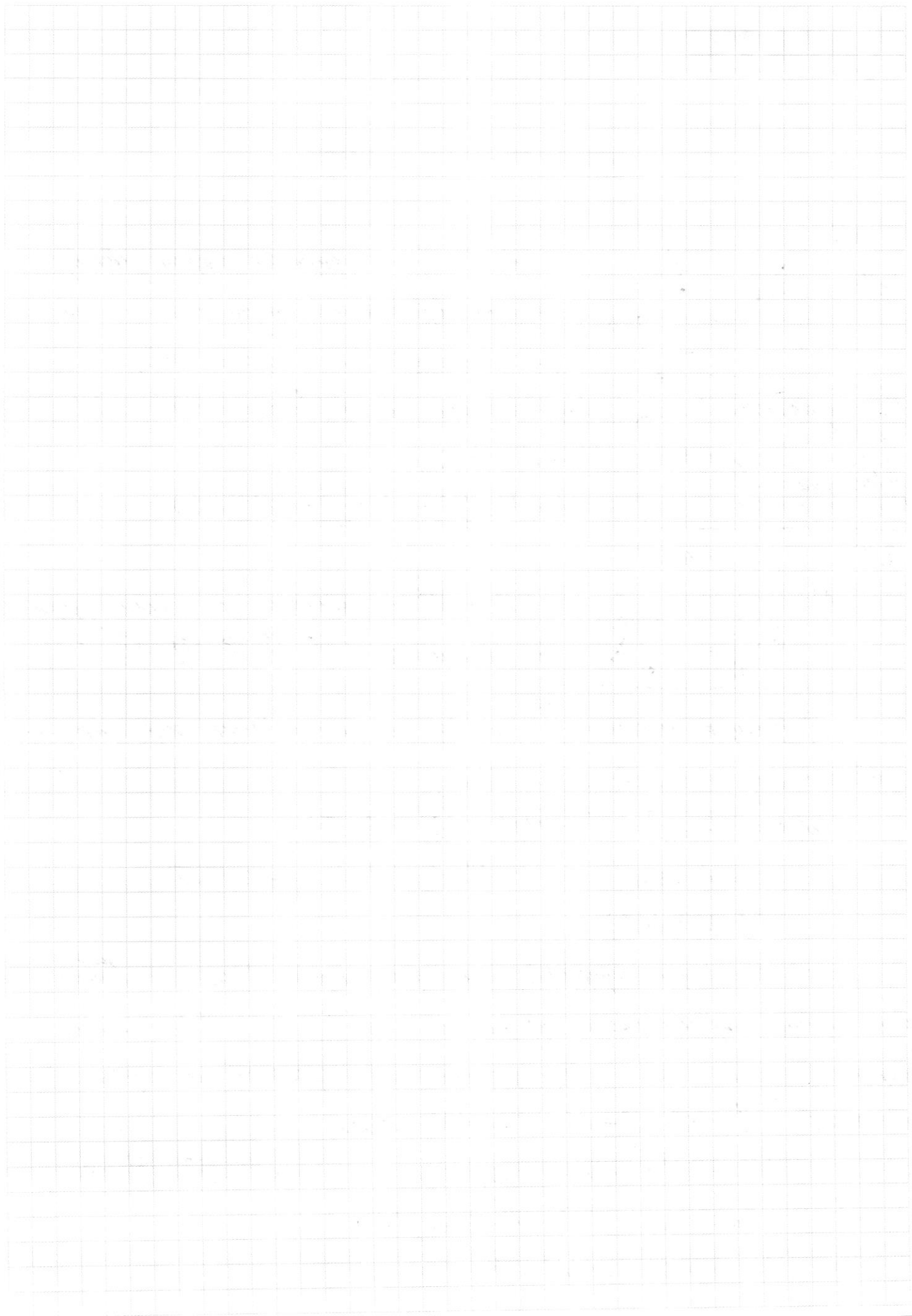
Из треугольников скоростей по теореме косинусов  $V_1^{*2} = V_1^2 + u^2 + 2 \cos \alpha V_1 u$

$$V_2^{*2} = V_2^2 + u^2 - 2 \cos \beta V_2 u$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{3/4} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$V_1^2 + u^2 + 2 \cos \alpha V_1 u > V_2^2 + u^2 - 2 \cos \beta V_2 u$$

$$2(\cos \alpha V_1 + \cos \beta V_2) u > V_2^2 - V_1^2$$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$u > \frac{V_2^2 - V_1^2}{2(\cos \alpha V_1 + \cos \beta V_2)}$$

$$u > \frac{(18-12)(18+12)}{2\left(\frac{\sqrt{3}}{2}12 + \frac{2}{3}\sqrt{2} \cdot 18\right)}$$

$$u > \frac{6 \cdot 30}{2(6\sqrt{3} + 12\sqrt{2})}$$

$$u > \frac{15}{\sqrt{3} + 2\sqrt{2}}$$

Ответ: (1) 18 м/с

(2)  $\frac{15}{\sqrt{3} + 2\sqrt{2}} < u \leq 12\sqrt{2}$ .

№2.

И		N	
$T_1$	$p$	$T_2$	$p$
$V_1$	$\downarrow$	$V_2$	$\downarrow$

(1) Так, трения нет и поршень  
покажется, равнения с двух сторон  
от него равны.

Ур-я Менделеева-Клапейрона:

$$\begin{cases} pV_1 = \nu RT_1 \\ pV_2 = \nu RT_2 \end{cases} \quad p = \frac{\nu R(T_1 + T_2)}{V_1 + V_2} \quad (*)$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{350}{550} = \frac{7}{11}$$

2) ЗСЭ для системы азот + водород:  $0 = \Delta U_N + \Delta U_n \quad (1)$

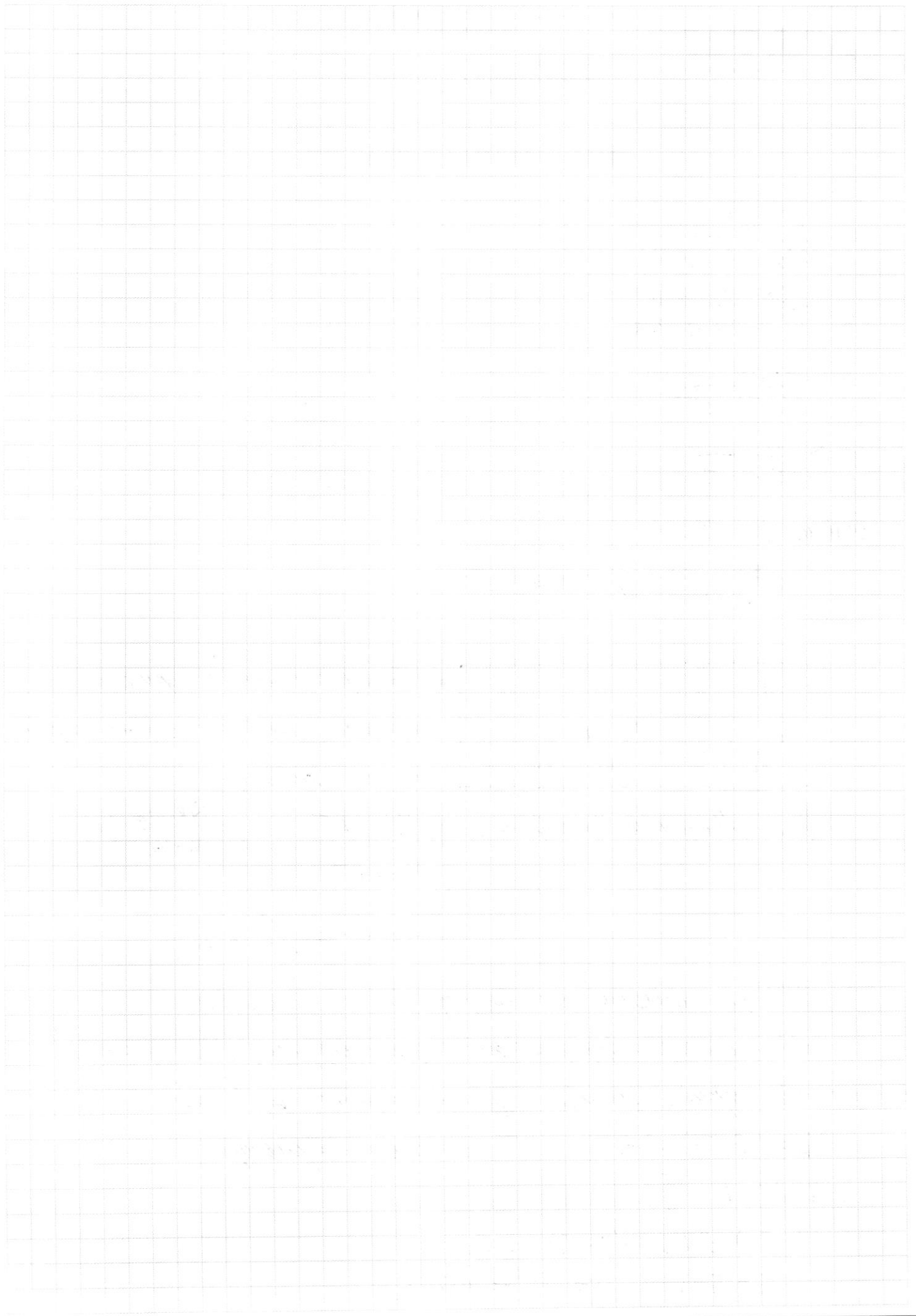
$\Delta U_n$  - изменение внутренней энергии водорода,  $\Delta U_N$  - изменение  
внутренней энергии азота (т.к. ~~нет~~ сумма работ газов равна 0).

$$\Delta U_{*N} = (T - T_2) \cdot \frac{5}{2} R \nu \quad T - \text{конечная температура}$$

$$\Delta U_n = (T - T_1) \cdot \frac{5}{2} R \nu$$

$$(T - T_2) \cdot \frac{5}{2} R \nu = -(T - T_1) \cdot \frac{5}{2} R \nu$$

$$T - T_2 = T_1 - T \quad T = \frac{T_1 + T_2}{2} = 450 \text{ (K)}$$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №       
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) Пусть в произвольный момент изменения температуры водорода  $\Delta T_1$ , изменение температуры азота  $\Delta T_2$ .

$$\text{Из } 3(9) \quad \Delta T_1 \cdot \frac{5}{2} \nu R = -\Delta T_2 \cdot \frac{5}{2} \nu R$$

$$\Delta T_1 \cdot \Delta T_2 = -\Delta T_1^2$$

т.к. процесс изотермический, в произв. момент давление шара и газа от поршня одинаково  $p'$ .

Ур-я Менделеева-Клапейрона:  
 $V_1'$  и  $V_2'$  — объёмы водорода и азота в произв. момент.

$$\begin{cases} p' V_1' = \nu R (T_1 + \Delta T_1) \\ p' V_2' = \nu R (T_2 - \Delta T_1) \end{cases}$$

$$\begin{cases} p' V_1' = \nu R (T_1 + \Delta T_1) \\ p' V_2' = \nu R (T_2 - \Delta T_1) \end{cases}$$

$$p' = \frac{\nu R T_2 + \nu R T_1 + \nu R \Delta T_1 - \nu R \Delta T_1}{V_1' + V_2'} =$$

$$= \nu R \frac{T_1 + T_2}{V_1 + V_2} \quad (\text{т.к. объём шара постоянен, } V_1' + V_2' = V_1 + V_2)$$

$p = p' = \text{const}$  (из \*)  $\Rightarrow$  процесс изобарный.

$$C_V = \frac{5}{2} R \quad C_P = C_V + R = \frac{7}{2} R$$

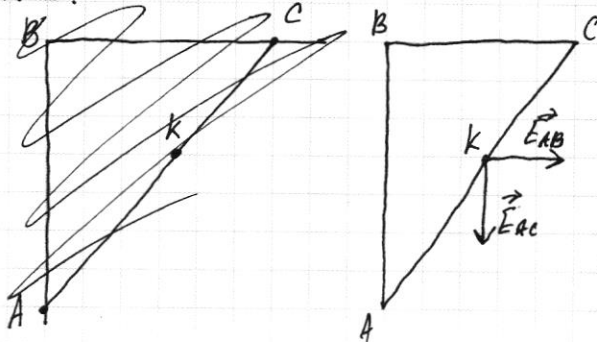
$$Q = \Delta T_1 \nu C_P = (T - T_1) \nu \cdot \frac{7}{2} R = 100 \cdot \frac{6}{7} \cdot \frac{7}{2} \cdot 8,31 \approx 24,9 \text{ кДж}$$

Ответ: 1)  $\frac{7}{11}$

2) 450 К

3) ~~500 Дж~~ 24,9 кДж

N3.



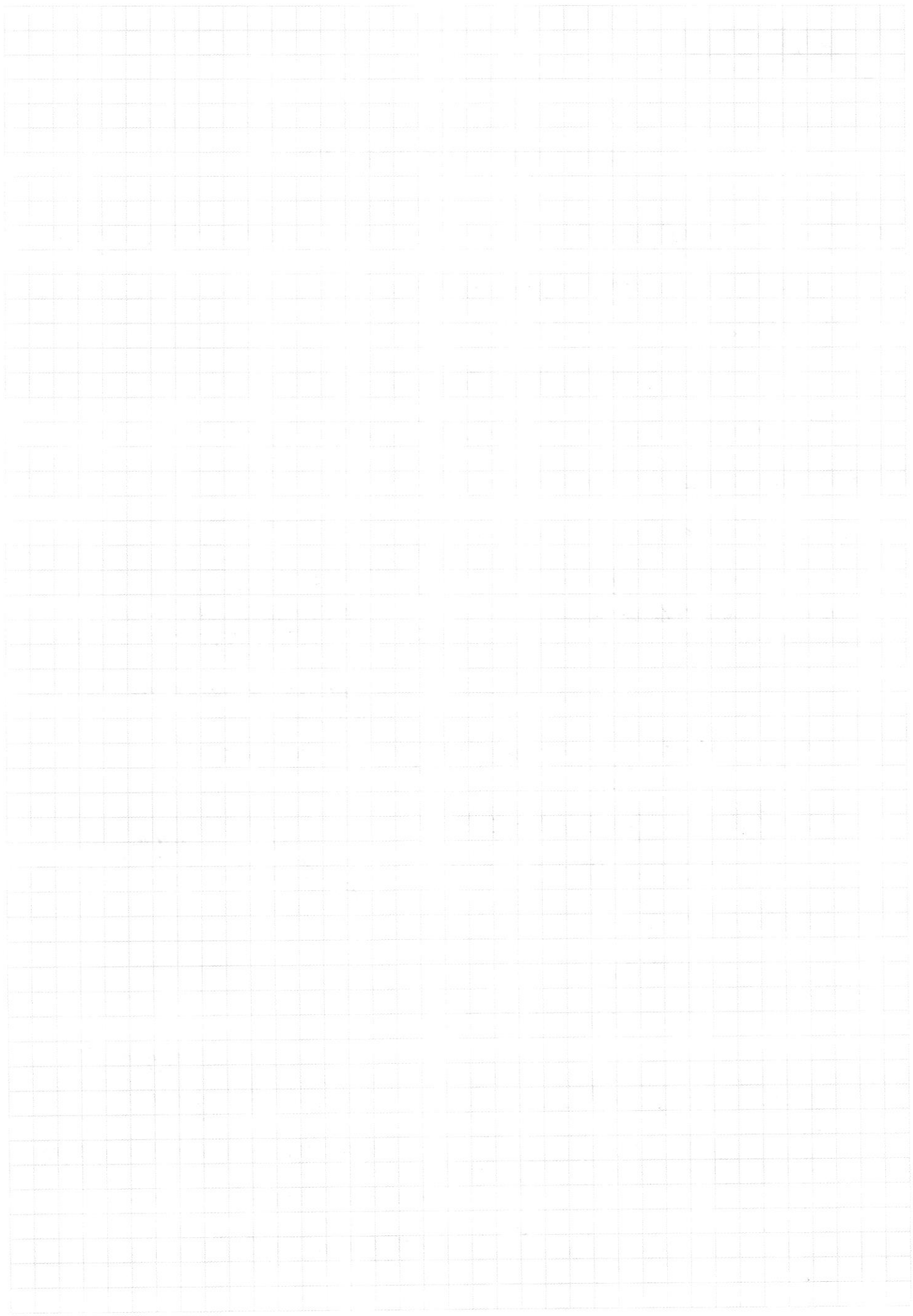
, K — середина AC

1) т.к.  $k = \frac{\pi}{4}$  ( $\text{tg } k = 1$ ) и

плотность заряда

пластин одинакова, линия

симметрична  $\Rightarrow |\vec{E}_{AB}| = |\vec{E}_{AC}|$ .

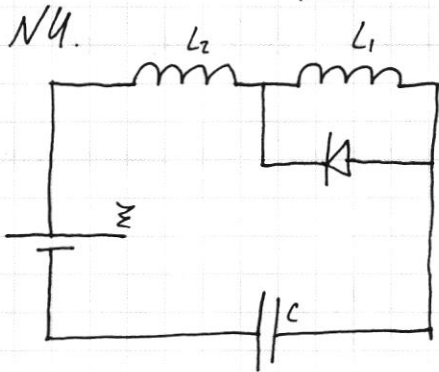


черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

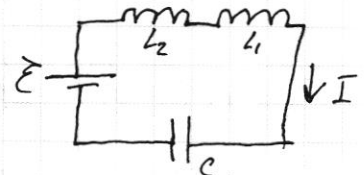
т.к. пластинки симметричны,  $\vec{E}_{AB} \perp AB$  и  $\vec{E}_{BC} \perp BC \Rightarrow |\vec{E}| = |\vec{E}_{BC} + \vec{E}_{AB}| = \sqrt{2} |\vec{E}_{BC}|$  ( $\vec{E}$  - напр., при ~~равном~~ ~~одинак~~ ~~ом~~ ~~е~~ ~~м~~ ~~е~~ ~~т~~ ~~а~~ ~~к~~ ~~о~~ ~~г~~ ~~д~~ ~~а~~ ~~о~~ ~~б~~ ~~е~~ ~~з~~ ~~а~~ ~~р~~ ~~я~~ ~~т~~ ~~е~~ ~~н~~ ~~н~~ ~~ы~~).  $\frac{|E|}{|E_{BC}|} = \sqrt{2}$



Когда ток в цепи идет ~~по~~ <sup>против</sup> часовой стрелки, ~~то~~ ~~на~~ ~~на~~ ~~п~~ ~~р~~ ~~я~~ ~~т~~ ~~н~~ ~~а~~ ~~L1~~ ~~0~~.

Схема ~~и~~ ~~и~~ становится эквивалентной схеме 1:

Когда ток идет по часовой стрелке, диод никак не влияет на ток и напряжение, т.е. схема эквивалентна схеме 2:



1) Полный период колебаний  $T$  состоит из ~~2~~ <sup>1</sup> ~~полу~~ ~~периода~~ ~~с~~ ~~х~~ ~~е~~ ~~м~~ ~~ы~~ ~~1~~ и ~~полу~~ ~~периода~~ ~~с~~ ~~х~~ ~~е~~ ~~м~~ ~~ы~~ ~~2~~ ( $T_1/2$ ) и  $T_2/2$ .  $T = T_1/2 + T_2/2$

$$T_1 = \sqrt{L_2 C} \cdot 2\pi \quad T_2 = \sqrt{(L_1 + L_2) C} \cdot 2\pi$$

$$T = \pi(\sqrt{L_2 C} + \sqrt{(L_1 + L_2) C}) = \pi\sqrt{C}(\sqrt{L_2} + \sqrt{L_1 + L_2}) = \pi\sqrt{L_2 C}(\sqrt{1} + \sqrt{1 + \frac{L_1 + L_2}{L_2}})$$

2) Когда ток в цепи ~~максимален~~ <sup>максимален</sup>, напряжение на конденсаторах 0 (т.к.  $I' = 0$ )  $\Rightarrow$  заряд на конденсаторах  $q = \varepsilon C$

$$3C9: q\varepsilon = \frac{q^2}{2C} + W_L \Rightarrow \frac{\varepsilon^2 C}{2} = W_L$$

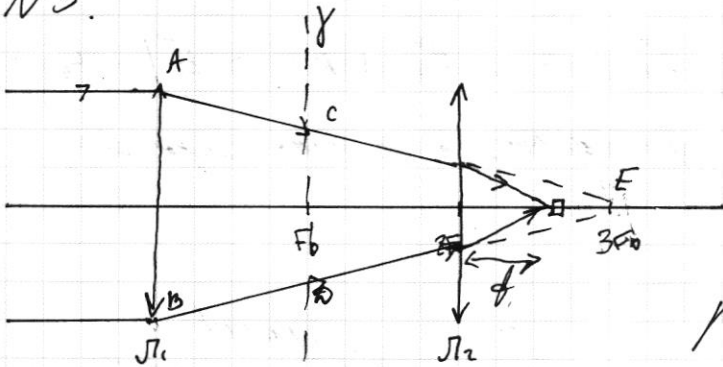
$$W_L = \frac{I^2 L}{2} \text{ или } \frac{I^2 (L_1 + L_2)}{2} \text{ (т.к. в 1-й схеме ток через катушку } L_1 \text{ не течёт)}$$

$$\Rightarrow \frac{I_{m1}^2 (L_1 + L_2)}{2} = \frac{\varepsilon^2 C}{2} \quad I_{m1} = \varepsilon \sqrt{\frac{C}{L_1 + L_2}} = \varepsilon \sqrt{\frac{C}{L_2(1 + \frac{L_1 + L_2}{L_2})}}$$

Через катушку 2 ток течет в обоих направлениях  $\Rightarrow \frac{I_{m2}^2 L_2}{2} = \frac{\varepsilon^2 C}{2}$

$$I_{m2} = \varepsilon \sqrt{\frac{C}{L_2}} = \varepsilon \sqrt{\frac{C}{3L}} \quad \text{Видно.}$$

N5.



1) В первой линзе свет преломляется так, чтобы сфокусироваться на расстоянии  $3F_0$  от нее  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  Источник света, помещ. в линзе 2-й линзой, на расстоянии  $3F_0 - 2F_0 = F_0$  от нее.

$$f \text{ на тонкой линзе для } \mathcal{L}_2: \frac{1}{F_0} = -\frac{1}{F_0} + \frac{1}{f}$$

$$f = \left(\frac{2}{F_0}\right)^{-1} = \frac{F_0}{2}$$

2)  $I_0 = \mathcal{L} S$ ,  $S$  - площадь пучка света в сечении ~~на~~ плоскости  $y$ .

$y$ .

$$I_1 = \mathcal{L} (S - S_M), \quad S_M \text{ - площадь мишени}$$

$$\mathcal{L} = \frac{I_0}{S} = \frac{I_1}{S - S_M} \Rightarrow \frac{I_0}{S} = \frac{5I_0/9}{S - S_M}$$

$$S - S_M = \frac{5}{9} S \Rightarrow S_M = \frac{4}{9} S \quad S_M = D_M^2 \pi / 4$$

$$S = \left(\frac{2}{3} D\right)^2 \pi / 4$$

$$\frac{D_M}{\frac{2}{3} D} = \sqrt{\frac{4}{9}} = \frac{2}{3}$$

из подобия  $\triangle ABE$  и  $\triangle CDE$ .

$$D_M = \frac{4}{9} D.$$

Интересно:  $I = \text{const}$  в ширине, когда мишень полностью освещена и когда мишень полностью не освещена  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \tau_0 = \frac{D_M}{V} \Rightarrow V = \frac{4D}{9\tau_0}$$

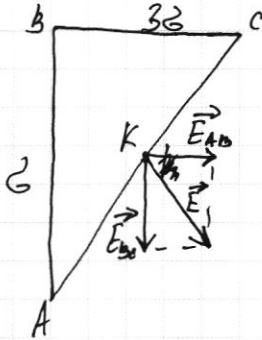
3) ~~Время~~  $t_1$  - время, за которое ~~на~~ нижний край мишени пройдет весь пучок, т.е.  $t_1 = \frac{2/3 D}{V} = \frac{2/3 D \cdot 9\tau_0}{4D} = \frac{3}{2} \tau_0 = 1,5 \tau_0$ .



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3.

2)



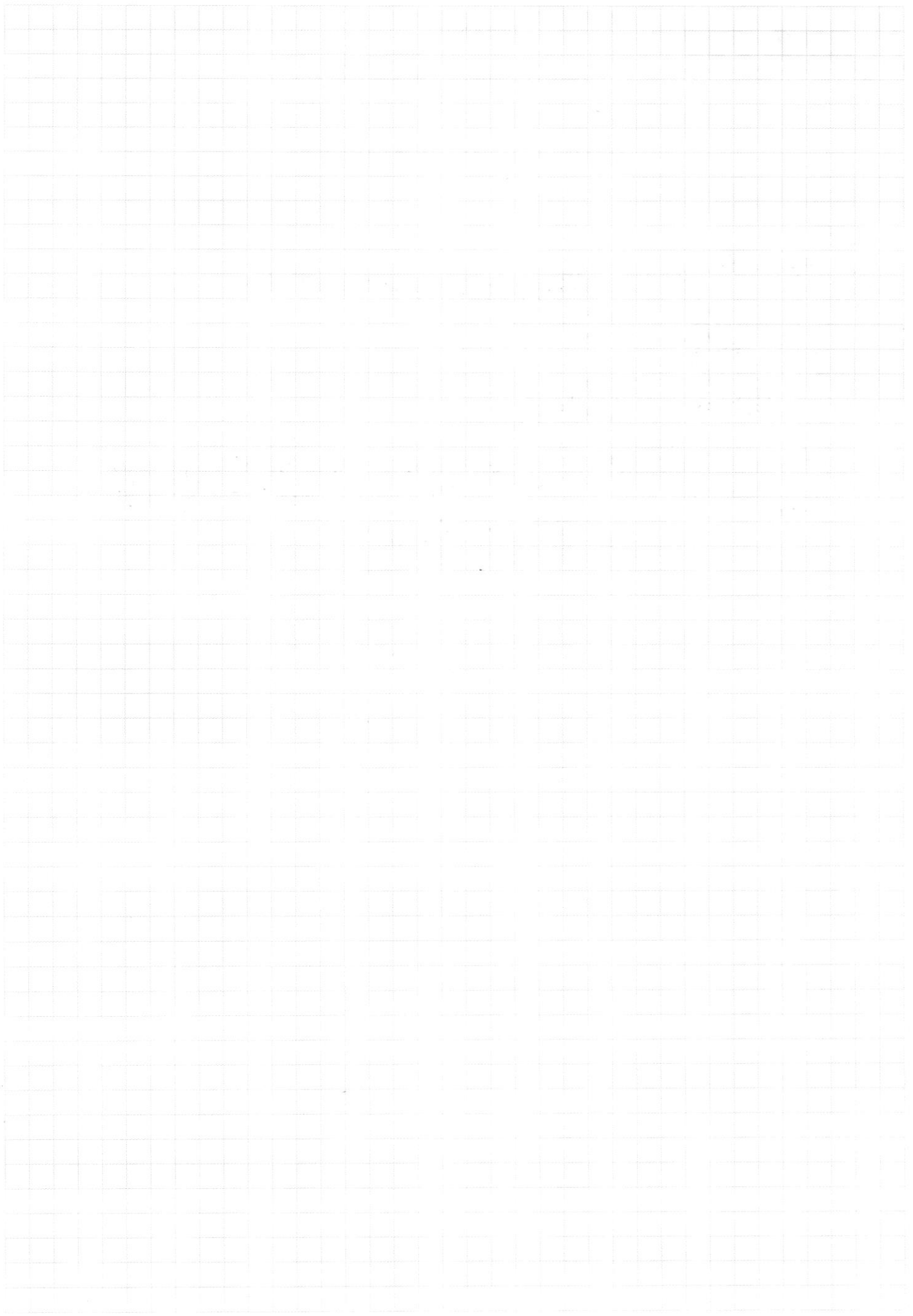
E-напр. в т. К.

поле, созд. пластиной в Э

$$|\vec{E}_{BC}| = \frac{3G}{2\epsilon_0}$$

$$|\vec{E}_{AB}| = \frac{G}{2\epsilon_0}$$

$$E = \sqrt{E_{BC}^2 + E_{AB}^2} = \sqrt{\frac{9G^2 + G^2}{4\epsilon_0^2}} = \frac{G}{\epsilon_0} \sqrt{\frac{10}{4}} = \frac{G}{\epsilon_0} \sqrt{\frac{5}{2}}$$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\frac{\lambda h}{\epsilon_0} = 2\pi R h E$   
 $E = \frac{\lambda}{2\pi R \epsilon_0}$

$2\pi E = 56/\epsilon_0$   
 $E = \frac{6}{2\epsilon_0}$

$E = \frac{6}{4\epsilon_0}$

$E = \frac{6}{2\epsilon_0}$

$E = \frac{6}{4\epsilon_0}$

$E = \frac{6}{2\epsilon_0}$

$E = \frac{6}{4\epsilon_0}$

$E = \frac{6}{2\epsilon_0}$

$E = \frac{6}{4\epsilon_0}$

$E = \frac{6}{2\epsilon_0}$

$E = \frac{6}{4\epsilon_0}$

$E = \frac{6}{2\epsilon_0}$

$E = \frac{6}{4\epsilon_0}$

$E = \frac{6}{2\epsilon_0}$

$E = \frac{6}{4\epsilon_0}$

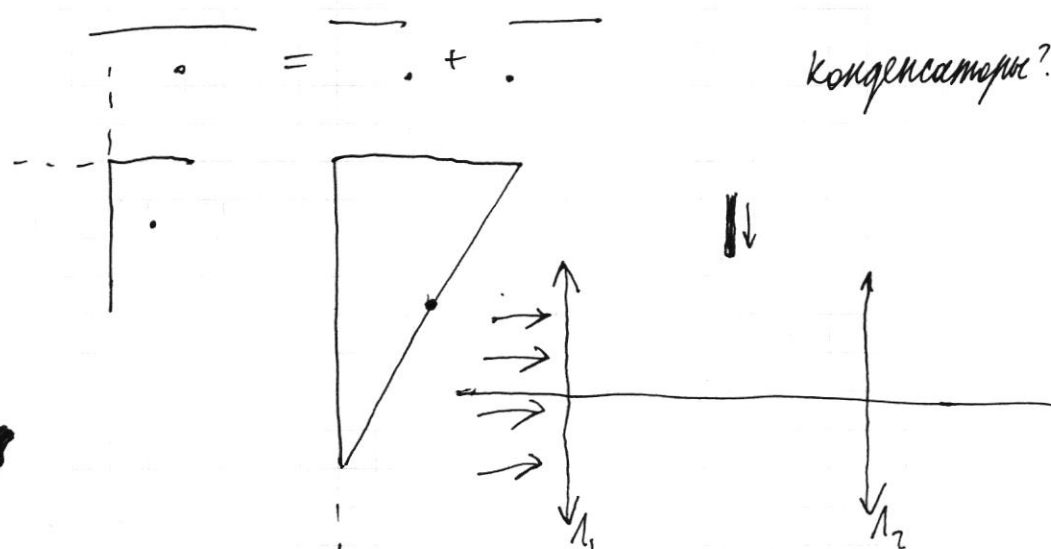
$\times 8,31$   
 $\frac{3}{24,93}$

$T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = \pi \sqrt{L_2 C} + \pi \sqrt{(L_1 + L_2) C}$

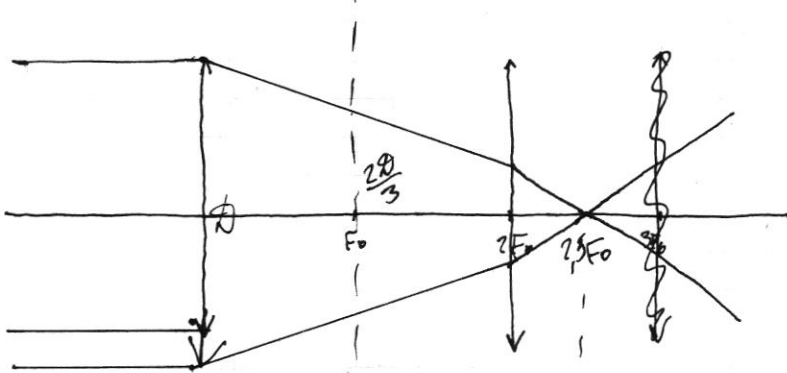
$I = \max \frac{q}{C} = \epsilon \quad \epsilon C = q$   
 $q \epsilon = \frac{q \epsilon}{2} + W$   
 $\frac{\epsilon^2 C}{2} = \frac{(L_1 + L_2)}{2} I_{\max}^2$   
 $\frac{\epsilon^2 C}{2} = \frac{L_2}{2} I_{\max}^2$   
 $\frac{3}{2} \cdot \frac{1}{3} = \frac{2}{3}$

$\epsilon C$   
 $\frac{\epsilon C}{\sqrt{L_2 C}} = \epsilon \sqrt{\frac{C}{L_2}}$

$$E = \frac{\lambda}{2\pi R \epsilon_0}$$



конденсаторы?



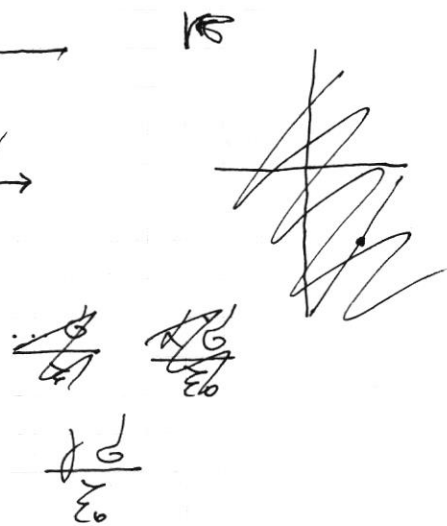
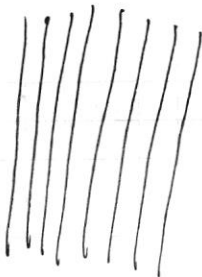
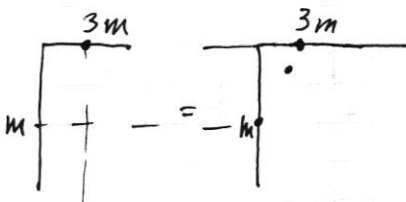
$$\frac{1}{\epsilon_0} = -\frac{1}{\epsilon_0} + \frac{1}{\epsilon_0/2}$$

фокусируется!  
1)  $\epsilon_0/2$



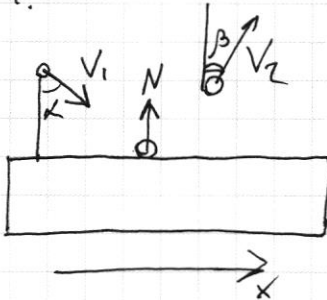
$$G_1 = 3G$$

$$G_2 = G$$



### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1.

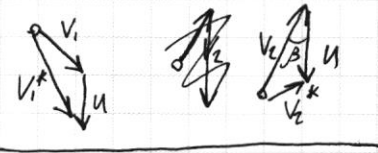
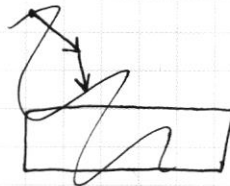
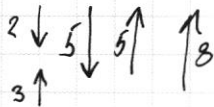


1)  $V_{1x} = V_{2x}$  1)  $6\sqrt{2}$  м/с  
2)

$$V_1 \sin \alpha = V_2 \sin \beta$$

$$V_2 = V_1 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = 12 \cdot \frac{1/2}{1/3} = 12 \cdot \frac{3}{2} = 18 \text{ (м/с)}$$

2) В СО мм/с:



$$u \leq V_2 \cos \beta$$

$$V_1^* > V_2^*$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 12 \\ \hline 28 \\ \times 14 \\ \hline 168 \end{array}$$

$$V_1^2 + 2 \cos \alpha V_1 u + u^2 \geq V_2^2 - 2 \cos \beta V_2 u + u^2$$

$$2 \cos \alpha V_1 u + 2 \cos \beta V_2 u \geq V_2^2 - V_1^2$$

$$\frac{3 \cdot 5}{2 \cdot 30} = \frac{15}{\sqrt{3^2 + 25^2}}$$

$$1,7 + 2,8 = 4,5$$

$$\frac{15}{4,5} = 3(3)$$

$$\Delta T_1 = \Delta T_2$$

$$\rho R (T_1 + \Delta T) = p V_1'$$

$$\rho R (T_2 - \Delta T) = p V_2'$$

$$p = \rho R \frac{T_1 + T_2}{V_1' + V_2'} = \text{const}$$

$N_2, N_2$   
 $i = 5$

U	N
T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>

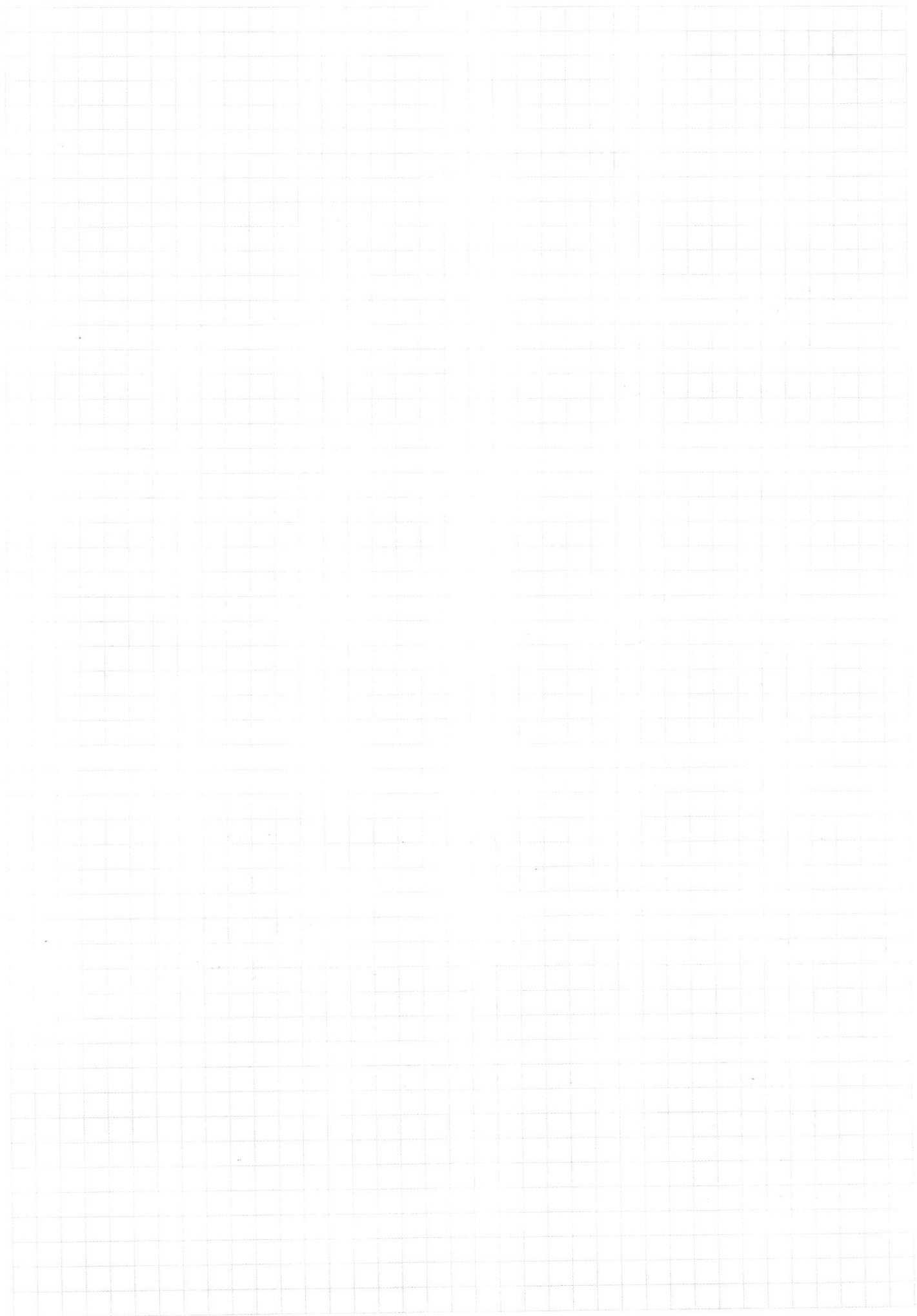
$\Delta T$	$\Delta T$
V P	V P

$$Q_u = -Q_v \quad A_u = -A_v \quad A_n = -A_n$$

$$Q_u = A_u + \Delta U_u$$

$$Q_n = A_n + \Delta U_n$$

$$\Delta U_u = -\Delta U_n$$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)