



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

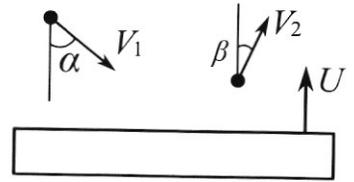
Класс 11

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.

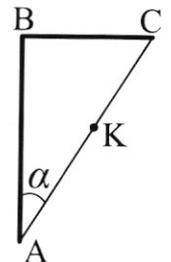


- 1) Найти скорость  $V_2$ .
- 2) Найти возможные значения скорости плиты  $U$  при таком неупругом ударе. Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

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?

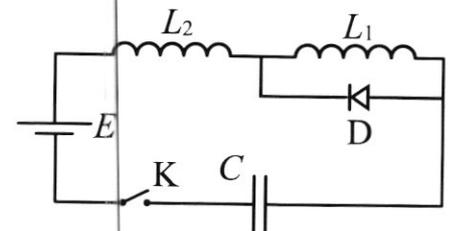
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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?

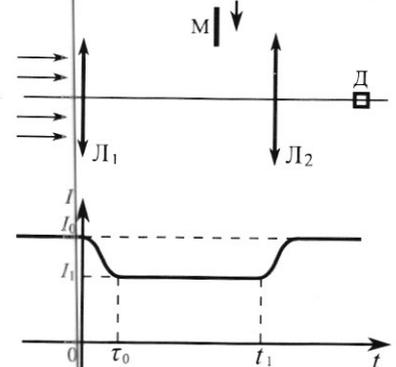
2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда  $\sigma_1 = 2\sigma$ ,  $\sigma_2 = \sigma$ , соответственно. Угол  $\alpha = \pi/7$ . Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.

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).  $I_1 = 3I_0/4$ .

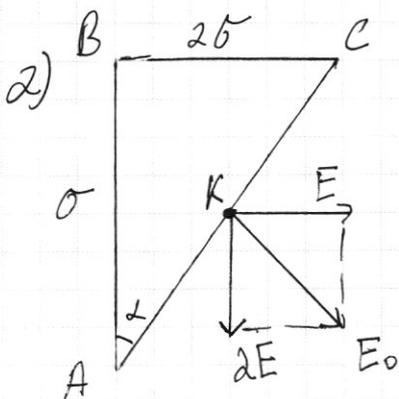
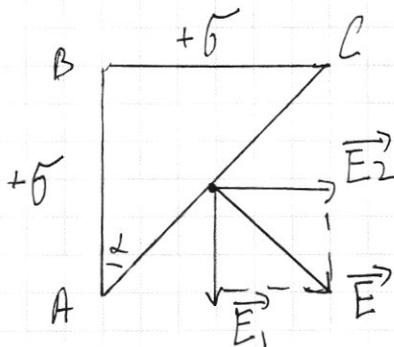
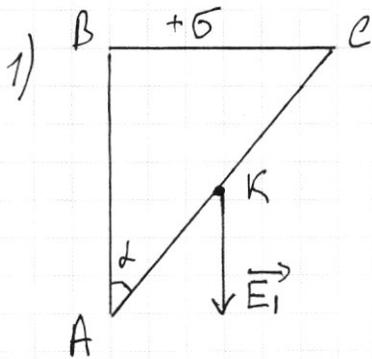


- 1) Найти расстояние между линзой  $L_2$  и фотодетектором.
- 2) Определить скорость  $V$  движения мишени. 3) Определить  $t_1$ .

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



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



№ 3.

Напряженность эл. поля бесконечной плоскости:  $E_1 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$  - эл. поле от плоскости

$$E_2 = E_1 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

По принципу суперпозиции:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

$$E^2 = E_1^2 + E_2^2 = 2E_1^2 \Rightarrow E = \sqrt{2} E_1.$$

$$\frac{E}{E_1} = \sqrt{2}.$$

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

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

$$E_0^2 = E^2 + 4E^2 = 5E^2 \Rightarrow E_0 = \sqrt{5} \frac{\sigma}{2\epsilon_0}.$$

(считаем, что  $b > 0$ ).

Напряженность поля зависит только от  $\sigma$  и взаимного расположения плоскостей, и не зависит от угла  $\alpha$  и расположения точки K.

Ответ: 1)  $\sqrt{2}$

2)  $\frac{\sqrt{5}\sigma}{2\epsilon_0}$ .

№2.

Дано:

1 -  $N_2$  - азот

2 -  $O_2$  - кислород

$$\gamma = \frac{3}{7} \text{ моль}$$

$$T_1 = 300 \text{ K}$$

$$T_2 = 500 \text{ K}$$

$$C_V = \frac{5}{2} R$$

Решение:

1)

$N_2$	$T_1$	$T_2$	$O_2$
$\gamma$	$p_0$	$p_0$	$\gamma$
$\text{①}$			$\text{②}$

Вначале поршень находится в равновесии: давления газов сначала равны

$$p_0 V_{01} = \gamma R T_1$$

$$p_0 V_{02} = \gamma R T_2 \Rightarrow \frac{V_{01}}{V_{02}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{5}$$

1)  $V_{01}/V_{02}$  - ?

2)  $T$  - ?

3)  $Q$  - ?

2). По условию поршень движется медленно, поэтому будем считать, что  $V_p \rightarrow 0$  и  $d p \rightarrow 0$ .

Т.е. считаем, что поршень все время всегда

находится в равновесии  $\Rightarrow$  в каждый момент времени давления азота и кислорода были равны. (кроме того, они равняются  $p_0$ ).

Для азота:  $+Q = \Delta U_1 + A$

Для кислорода:  $+Q = \Delta U_2 - A$

$$\Rightarrow \Delta U_1 + \Delta U_2 = 0.$$

~~$$\Delta U_1 = C_V \gamma (T - T_1), \Delta U_2 = C_V \gamma (T_2 - T)$$~~

~~$$\Delta U_1 = C_V \gamma (T - T_1), \Delta U_2 = C_V \gamma (T_2 - T) \Rightarrow T - T_1 + T_2 - T = 0$$~~

$$\Delta U_1 = C_V \gamma (T - T_1), \Delta U_2 = C_V \gamma (T - T_2) \Rightarrow T - T_1 + T - T_2 = 0 \Rightarrow T = \frac{T_1 + T_2}{2} = 400 \text{ K}.$$

3) ~~Для азота:~~ Для азота:  $Q = \Delta U_1 + A,$   
 $\Delta U_1 = C_V \gamma (T - T_1), A = p_0 \Delta V$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Для азота и кислорода в конце:

$$\rho_0 \cdot V_1 = \nu R T$$

$$\rho_0 \cdot V_2 = \nu R T \Rightarrow V_1 = V_2$$

$V_0$  - полный объем сосуда; тогда  $V_{01} = \frac{3}{8} V_0 = 3V$

$$V_{02} = \frac{5}{8} V_0 = 5V, \quad V_1 = V_2 = 4V.$$

Для азота:  $\Delta V = V_1 - V_{01} = V$

Продолжиме n2:

$$A = p_0 \Delta V = \nu R (T - T_1)$$

$$Q = \Delta U_1 + A = C_V \nu (T - T_1) + \nu R (T - T_1) = \frac{7}{2} \nu R (T - T_1).$$

$$Q = \left( \frac{7}{2} \cdot \frac{3}{7} \cdot 8,31 \cdot 100 \right) \text{ Дж} = \frac{3}{2} \cdot 831 \text{ Дж} \approx 1250 \text{ Дж}.$$

Ответ: 1)  $V_{01} | V_{02} = \frac{3}{5}$

2)  $T = 400 \text{ K}$

3)  $Q = \frac{7}{2} \nu R (T - T_1) = 1250 \text{ Дж}.$

нч.

Дано: | Решение:

$\mathcal{E}, L_1 = 2L$

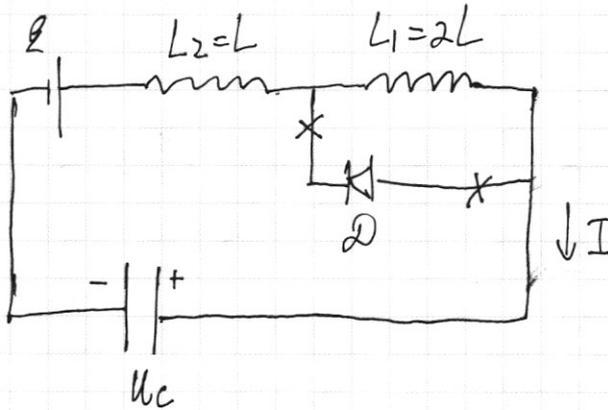
$L_2 = L$

1) Комальный момент: конденсатор не заряжен, значит ток будет идти как показано на рисунке. Дуга замыкает.

1) T-?

2)  $I_{m1}$ -?

3)  $I_{m2}$ -?



$U_0 = 0$

$\mathcal{E} + (L_2 + L_1)I' = U_c$

$I' = \frac{\mathcal{E} - U_c}{L_2 + L_1}$

Пока  $U_c < \mathcal{E}$  ток будет расти.

$I' = 0: U_c = \mathcal{E}, I = I_{max}$

ЗСЭ:  $\mathcal{E} \cdot q_c = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{(L_1 + L_2)I_{max}^2}{2}, q_c = C\mathcal{E}$

$\frac{(L_1 + L_2)}{2} \cdot I_{max}^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} \Rightarrow I_{max} = \sqrt{\frac{C}{L_1 + L_2}} \cdot \mathcal{E} = \sqrt{\frac{C}{3L}} \mathcal{E}$

Затем ток начнет уменьшаться, пока не станет равен 0.

2) Ток стал равен 0:

$C\mathcal{E}^2 + \mathcal{E} \Delta q = \frac{(C\mathcal{E} + \Delta q)^2}{2C}, 2C^2\mathcal{E}^2 + 2C\mathcal{E}\Delta q = C^2\mathcal{E}^2 + 2C\mathcal{E}\Delta q + \Delta q^2$

$C\mathcal{E}^2 = \Delta q^2 \Rightarrow \Delta q = C\mathcal{E} \Rightarrow q_c = C\mathcal{E} + C\mathcal{E} = 2C\mathcal{E}$  - макс. заряд

3) Пока конденсатор заряжается протечет время  $t_1$  конденсатора.

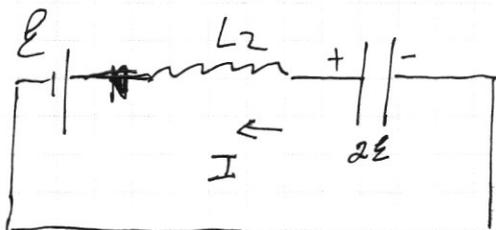
В нулевой момент:  $\mathcal{E} + 3LI' = \frac{q}{C}, C\mathcal{E} + 3LI' = q$

$I' = -q'' \Rightarrow \mathcal{E} + 3LI' = \frac{q}{C} \Rightarrow q + 3Lq'' = C\mathcal{E} \Rightarrow T_1 = 2\pi\sqrt{3L}$

$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{3}{3L}} = \frac{1}{\sqrt{L}} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{3L} \Rightarrow t_1 = T/2$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

- 4) Теперь ток меняет направление, конденсатор  
начнет разряжаться.  $U_C \neq 0$  (звук идеальный).  
 $\Rightarrow L_1 I' = 0 \Rightarrow$  через  $L_1$  <sup>не</sup> течет ~~ток~~ ток ~~увеличился~~.



В момент, когда ток макс-ен.  
 $I = I_{2\text{max}}, U_C = \varepsilon.$

$$\text{ЗСА: } -\varepsilon \cdot C\varepsilon = \left( \frac{C\varepsilon^2}{2} + \frac{L_2 I_{2\text{max}}^2}{2} - \frac{4C\varepsilon^2}{2} \right) + A_0$$

"0"

$$C\varepsilon^2 = L_2 I_{2\text{max}}^2 \Rightarrow I_{2\text{max}} = \sqrt{\frac{\varepsilon}{L}} \varepsilon.$$

После этого ток начнет уменьшаться, а потом  
изменит направление.

$$T_2 = \frac{T_2}{2} = \frac{2\pi\sqrt{LC}}{2}.$$

$$T = T_1 + T_2 = \pi\sqrt{3L} + \pi\sqrt{L}.$$

- 5) Макс. ток. через  $L_1$ :  $I_{1\text{max}} = I_{M1} = \varepsilon\sqrt{\frac{L}{3L}}$   
 Макс. ток через  $L_2$ :  $I_{2\text{max}} = I_{M2} = \varepsilon\sqrt{\frac{L}{L}}$

Ответ: 1)  $T = \pi(\sqrt{3L} + \sqrt{L})$

2)  $I_{M1} = \varepsilon\sqrt{\frac{L}{3L}}$

3)  $I_{M2} = \varepsilon\sqrt{\frac{L}{L}}$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5.

Дано:

Решение:

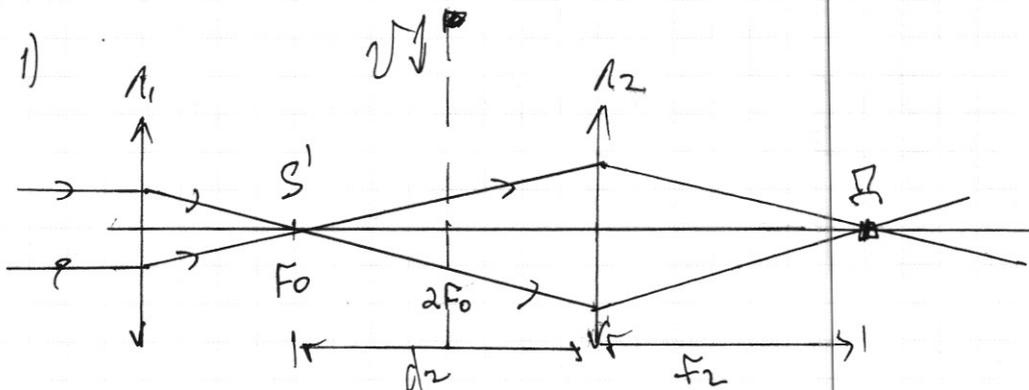
$$F_0, d_1, \tau_0$$

$$I_1 = 3/4 I_0$$

1)  $f_2$  - ?

2)  $V$  - ?

3)  $t_1$



После  $L_2$  лучи пройдут через фокус  $F_0$ .

Для  $L_2$ :  $\frac{1}{F_0} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2}$ ,  $d_2 = 2f_0 \Rightarrow \frac{1}{f_2} = \frac{1}{2f_0} \Rightarrow f_2 = 2f_0$ .

2)  $I \sim P \Rightarrow I_1 = \frac{3}{4} I_0 \Rightarrow P_1 = \frac{3}{4} P_0$ .

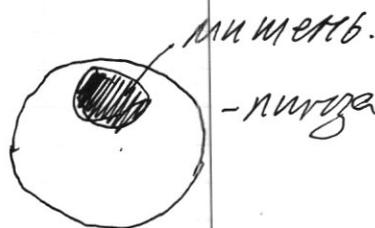
$\Rightarrow$  мишень при движении <sup>(то есть)</sup> "перекрывает" четверть света.

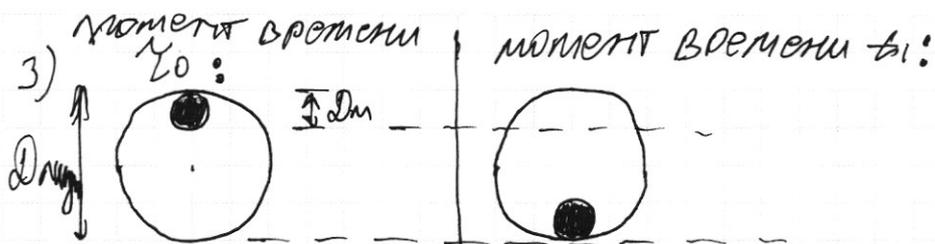
~~$P \sim S, S_0 = \frac{\pi D^2}{4}$~~ ,  $S_m$  - диаметр мишени.

$P_1 = \frac{3}{4} P_0 \Rightarrow D^2 - d_m^2 = \frac{3}{4} D^2 \Rightarrow d_m^2 = \frac{1}{4} D^2 \Rightarrow d_m = \frac{D}{2}$ .

Тогда за пр-к времени  $[0; \tau_0]$  мишень полностью попала в область луча.

$$V = \frac{d_m}{\tau_0} = \frac{D}{2\tau_0}$$





$$t_1 - t_0 = \frac{D - D/2}{v} = \frac{D}{2v} = \frac{D}{2} \cdot \frac{2t_0}{D} = t_0 \Rightarrow t_1 = 2t_0$$

Ответ:

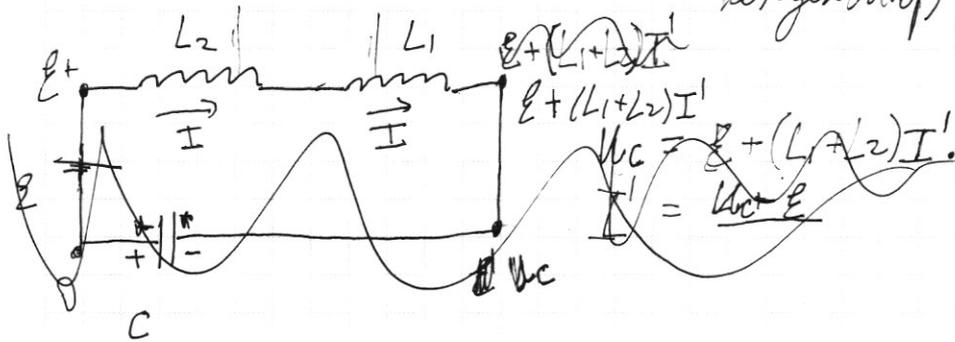
~~1)  $2t_0$~~   
~~2)  $\frac{D}{2v} = t_0$~~   
~~3)  $2t_0 = t_1$~~

- 1)  $2t_0$
- 2)  $v = \frac{D}{2t_0}$
- 3)  $t_1 = 2t_0$ .

$$\rho \sim \zeta = \pi \frac{D^2}{4}$$

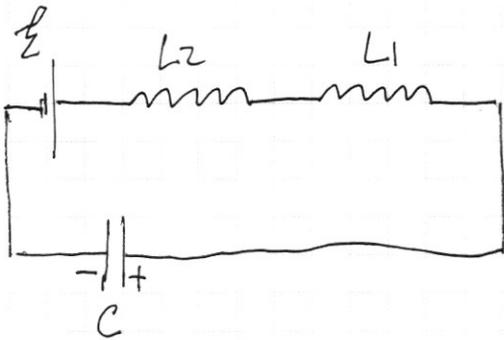
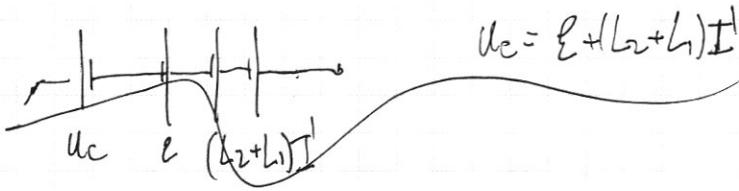
1) В начале:  $q_c = 0, U_c = 0$ , диод закрыт.

конденсатор заряжается.

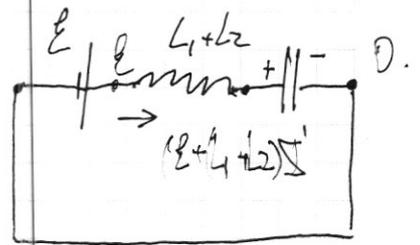


мех. момент.

$$W_0 = 0.$$



$\Rightarrow$



$$q = q_c = \frac{CE}{E}$$

$$E + (L_1 + L_2)I' = U_c.$$

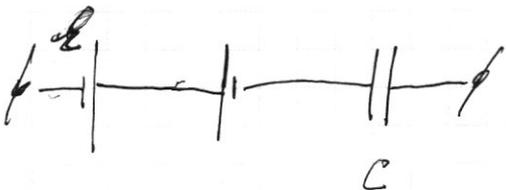
$$(L_1 + L_2)I' = E - U_c \text{ ток растет.}$$

$$I' = \frac{E - U_c}{L_1 + L_2} \text{ то. когда } E = U_c: I' = 0.$$

$$E \cdot q = \frac{(L_1 + L_2)I'^2}{2} + \frac{CE^2}{2}$$

$$CE^2 = \frac{(L_1 + L_2)I'^2}{2} + \frac{CE^2}{2} \Rightarrow I = \dots$$

После этого  $I' < 0$ , ток начинает уменьшаться и ~~направление~~  $\rightarrow 0$ .



$$CE^2 + E \cdot q = \frac{CU^2}{2} = \frac{(E + U_c)^2}{2}$$

$$2C^2E^2 + E \cdot q = q^2 + 2qCE + C^2E^2$$

$$C^2E^2 + 2CEq = q^2 + 2qCE$$

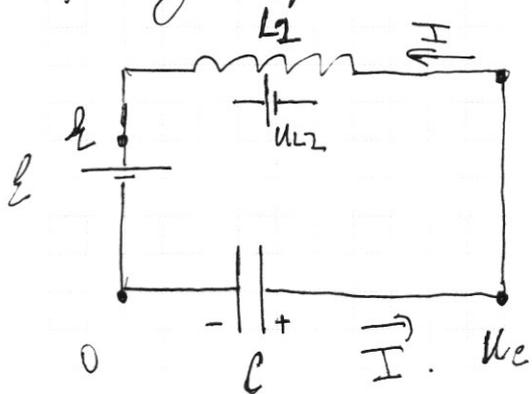
$$q = CE \Rightarrow q_c = CE + q = 2CE$$

$$U_c = 2E$$

Затем ток меняет направление, диод открывается.

### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) Дугой открыт:  $U_{L1} = 0 \Rightarrow I_{L1} = 0$  и т.д.



разряжен конденсатор:

$$U_C + U_{L2} = E; \quad U_{L2} = E - U_C = L_2 I'$$



$$a_x + \omega^2 x = \omega^2 x_0$$

$$I = -q'$$

$$q + CL_2 I' = E$$

$$a_x + \omega^2 x = 0$$

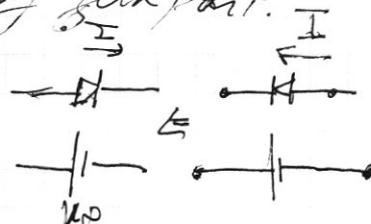
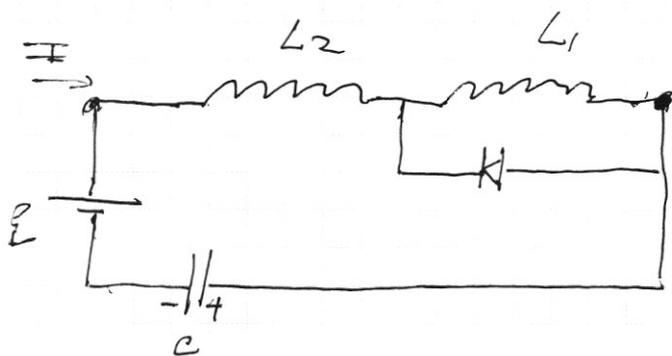
$$I' = \frac{E - U_C}{L_2}$$

$$q + CL_2 I' = E$$

$$\ddot{q} = \frac{1}{CL_2} \cdot q = \frac{1}{CL_2} (\frac{E \cdot C \cdot L_2}{\dots})$$

$$\frac{q}{CL_2} + \dot{q} = E \Rightarrow \omega^2 = \frac{1}{CL_2} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{CL_2} - ?$$

2) Машина: конденсатор не заряжен, дугой замкнут.



$$\rho = \frac{3}{4} \rho_0$$

$$\frac{\alpha \pi}{4} (D^2 - D_m^2) = \frac{3}{4} \cdot \frac{\alpha \pi}{4} \cdot D^2$$

$$S_n = \frac{\pi D^2}{4}, \quad \rho = \alpha S$$



$$D^2 - D_m^2 = \frac{3}{4} D^2$$

$$D_m^2 = \frac{D^2}{4}$$

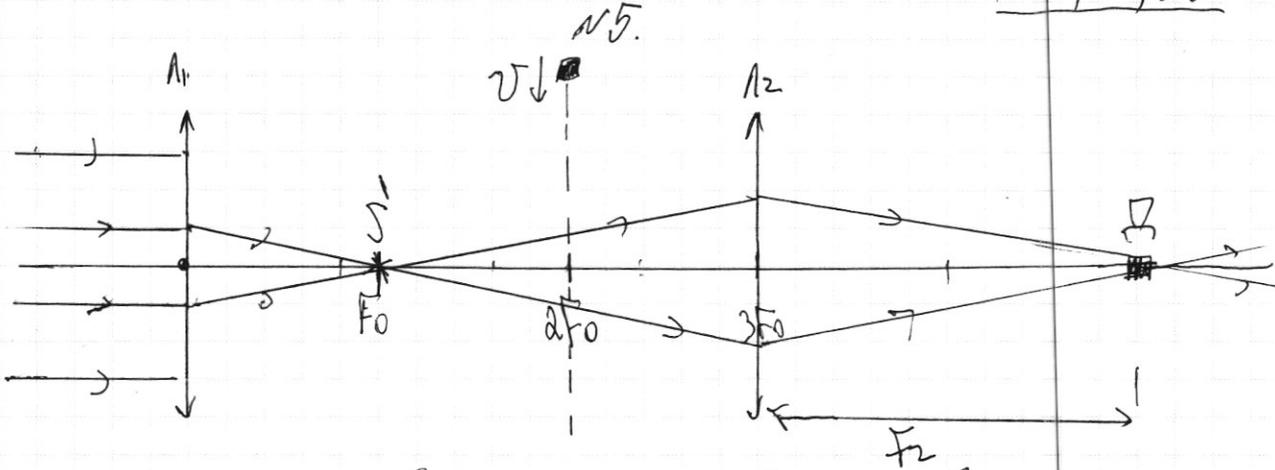
$$D_m = \frac{D}{2}$$

$$\rho_0 = \frac{\alpha \pi D^2}{4}, \quad S_a = \frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi D_m^2}{4} = \frac{\pi}{4} (D^2 - D_m^2)$$

$$\rho = \frac{\alpha \pi}{4} (D^2 - D_m^2)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1)  $F_0, D, \Sigma_0$



1) лучи проходятся в фокусе  $F_0$  л.  $S'$  - действ. предмет для  $L_2$ .

$$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{F_2}, \quad d_2 = 2F_0 \Rightarrow \frac{1}{F_0} = \frac{1}{2F_0} + \frac{1}{F_2}, \quad \frac{1}{F_2} = \frac{1}{2F_0} \Rightarrow F_2 = 2F_0$$

$$\boxed{F_2 = 2F_0}$$

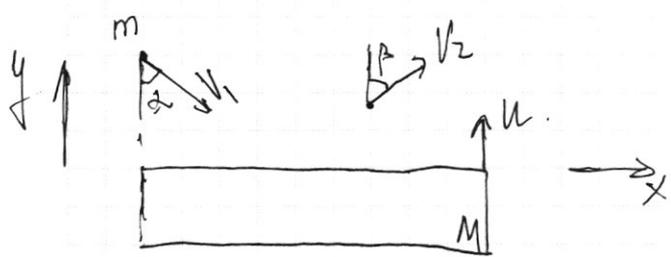
$$2) I = d \cdot \rho, \quad I_1 = \frac{3}{4} I_0. \Rightarrow \rho_1 = \frac{3}{4} \rho.$$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



н.т.

Третья нет:  $p_x = \text{const.}$

$$m v_{1x} = m v_{2x}$$

$$v_{1x} = v_{2x}$$

$$v_1 \sin \alpha = v_2 \sin \beta$$

$$v_1, \alpha, \beta$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{9}{16}} = \frac{\sqrt{7}}{4}$$

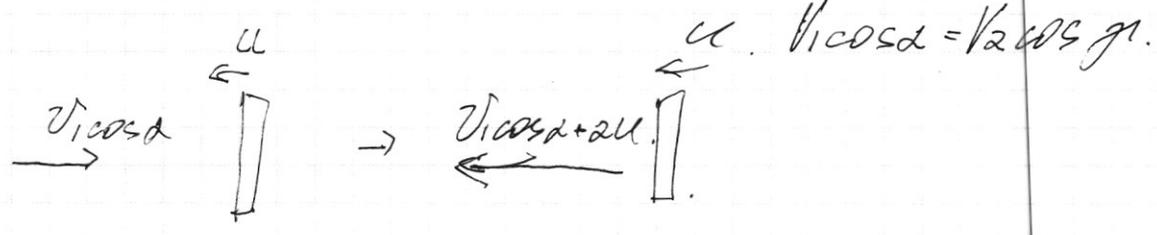
$$\cos \beta = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

Третья нет  $\Rightarrow$  нет горизонт. силы нет силы т.к. масса на гориз. упр. не влияет  $u_x = 0$ .

$$\frac{3}{4} v_1 = \frac{1}{2} v_2 = v_2 = \frac{3}{2} v_1 = 12 \text{ м/с}$$

$$\Delta W_w = \frac{m v_w^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} = \frac{9 m v_1^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} = \frac{8 m v_1^2}{2} = 4 m v_1^2 = \frac{5}{8} m v_1^2$$

Если  $\Delta u$  ускор  $\Delta u$  ускорим:  $|p_{1y}| = |p_{2y}|$

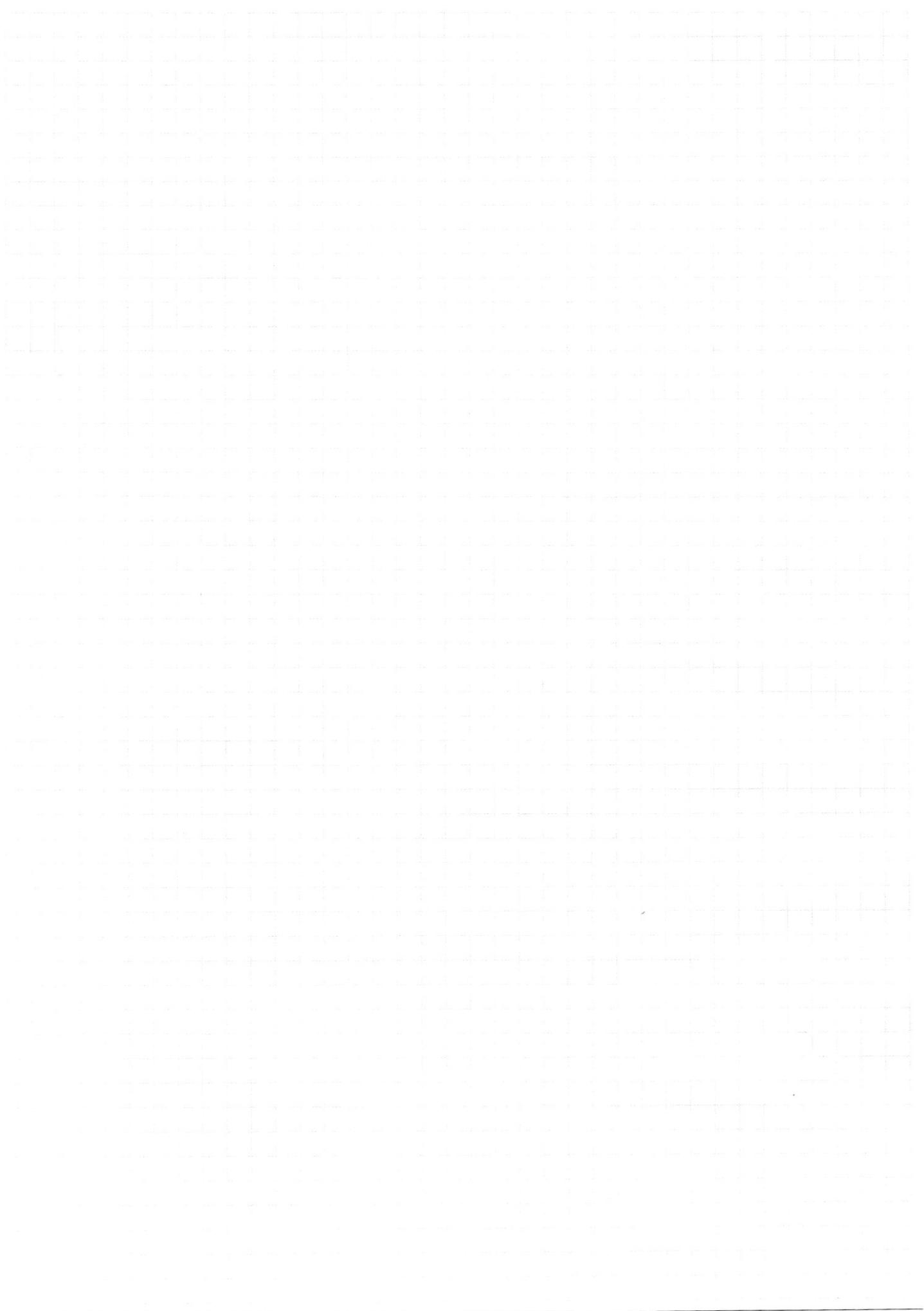


В  $\omega$  мите:



$$\Delta p_{2y} \cdot v_2 \cos \beta - u = \frac{3}{2} v_1 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - u = \frac{\sqrt{27}}{4} v_1 - u$$

$$v_1 \cos \alpha + u = \frac{\sqrt{7}}{4} v_1 + u$$



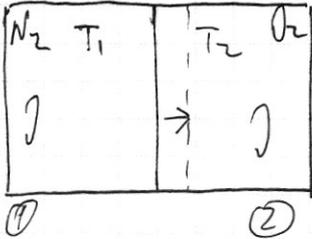
черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

№ 2.

- 1)  $V_{01}/V_{02}$  - ?
- 2)  $T$  - ?
- 3)  $Q$  (от  $O_2$  к  $N_2$ ).



1) Условно принять равновесие!  
Будем считать газ.

$$p_{01} V_{01} = \nu R T_1$$

$$p_{02} V_{02} = \nu R T_2$$

$$p_{01} = p_{02} : \frac{V_{01}}{V_{02}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{5} ; \quad V = \frac{1}{8} V_0 \Rightarrow V_{01} = 3V, V_{02} = 5V.$$

$$2) \quad p V_1 = \nu R T$$

$$p V_2 = \nu R T \Rightarrow V_1 = V_2 = 4V_{\text{ка.}}$$

$$3 \cdot 831 = 2400 + 93 \approx 2500$$

$$2500/2 = 1250 \text{ Дж.}$$

$$p_0 \cdot 3V = \nu R T_1 \Rightarrow p \cdot 4V = \nu R T$$

$$p_0 \cdot 5V = \nu R T_2$$

Процесс происходит медленно. считаем в любой м.вр.  
 $p_1 = p_2$ .

$$p \cdot (3V + 4V) = \nu R (T + \Delta T)$$

$$p \cdot 0V = \nu R \Delta T$$

$$3) \text{ Для азота: } Q = \Delta U_1 + A_1$$

$$\text{Для кислорода: } -Q = \Delta U_2 - A_2$$

$$0 = \Delta U_1 + \Delta U_2 = \frac{5}{2} \nu R (T - T_1) + \frac{5}{2} \nu R (T - T_2) = 0$$

$$2T = T_1 + T_2 \Rightarrow T = \frac{T_1 + T_2}{2} = 400 \text{ K.}$$

$p = \text{const. ?}$   
 $Q_1 = \Delta U_1 + A_1$   
 $Q_2 = \Delta U_2 + A_2$   
 $-Q = \Delta U_2 - A_2$

$$p_0 \cdot 3V = \nu R \cdot 3T_0$$

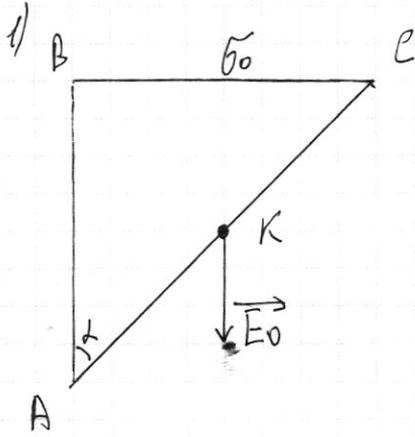
$$p_0 \cdot 4V = \nu R \cdot 4T$$

$$\Rightarrow p_0 = p$$

черновик  чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

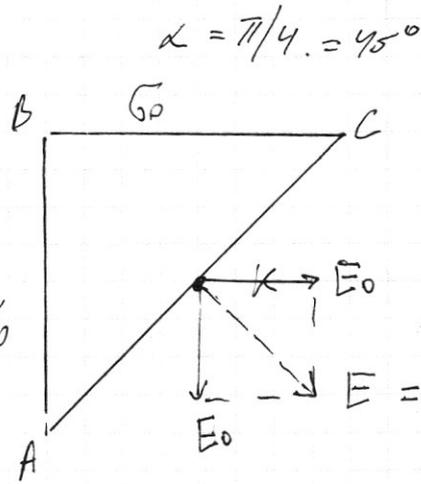
$Q = \Delta U_1 + A_1$   
 $Q = \frac{5}{2} \nu R (T - T_1) + p_0 V_1$   
Страница №  
(Нумеровать только чистовики)

№3.



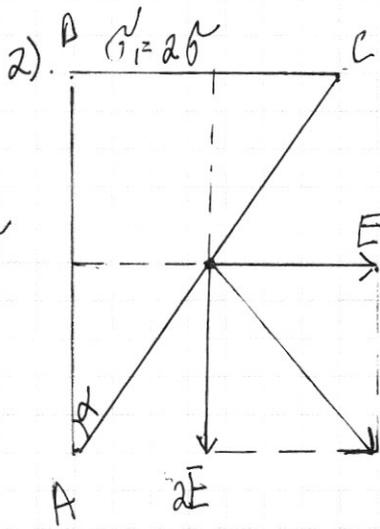
$$E_0 = \frac{b_0}{2\epsilon_0}$$

$\Rightarrow$



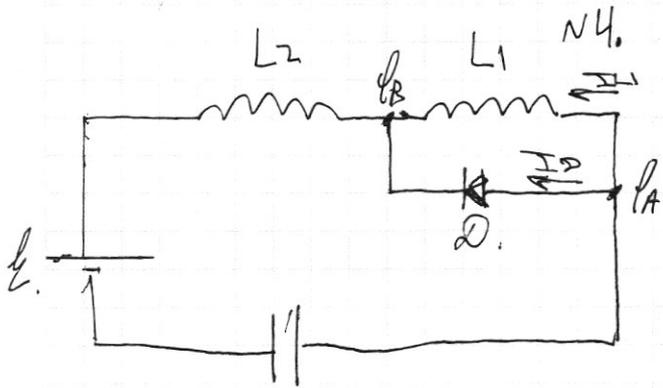
$$\alpha = \pi/4 = 45^\circ$$

$$E = \frac{\sqrt{2}b_0}{2\epsilon_0} \Rightarrow \frac{E}{E_0} = \sqrt{2}$$

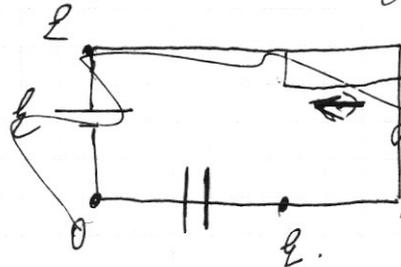


$$\alpha = \pi/7 < 30^\circ$$

$$E_{\Sigma} = \sqrt{E^2 + 4E^2} = \sqrt{5} \cdot \frac{b_0}{2\epsilon_0}$$



D - идеальный: если через диод течет ток, то  $U_{L1} = 0 = L_1 I_1$   
 $\Rightarrow I_1 = I_2 = \text{const} \Rightarrow U_{L2} = 0$   
 Если через диод не течет ток.



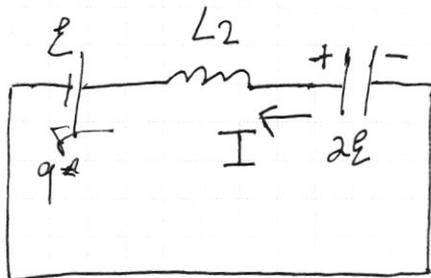
заряд  $q_c = E = \text{const}$   
 $q = \text{const} \Rightarrow q' = I_C = 0$   
 т.е. тока в цепи нет.

$$U_A - U_B = U_D > 0$$

$$U_A > U_B$$

$$T = \frac{2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C}}{2} + \frac{2\pi\sqrt{L_2C}}{2} \quad \varphi = \pi$$

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**



через  $L_1$  идет макс-ный ток.

$$W_0 = \frac{C \cdot 4\varepsilon^2}{2}$$

$$\ddot{x} + \omega^2 x = 0$$

$$I = I_{max} \quad W = \frac{C\varepsilon^2}{2} + \frac{L_2 I_{max}^2}{2}$$

$$\frac{2C\varepsilon^2}{2} = \frac{C\varepsilon^2}{2} + \frac{L_2 I_{max}^2}{2} \quad \frac{4C\varepsilon^2}{2}$$

$$\frac{C\varepsilon^2}{2} = \frac{L_2 I_{max}^2}{2}, \quad C\varepsilon^2 = L_2 I_{max}^2$$

$$I_{max} = \frac{\varepsilon}{\sqrt{L_2}}$$

$$I_{max} = \frac{\varepsilon}{\sqrt{L_1+L_2}}$$



Поскольку перед открытием  
двух ток отсутствовал, то  $I_{L1} = 0$ .

$I_{L1} = \text{const.} \Rightarrow$  ток через  $L_1$  не меняется и равен 0.

$$I_{max} = \frac{\varepsilon}{\sqrt{L_1+L_2}}$$

$$\begin{cases} \varepsilon + (L_1+L_2)I' = \frac{1}{C} \cdot q_c \\ 0 + (L_1+L_2)(-\ddot{q}) = \frac{1}{C} \cdot q_c \end{cases}$$

$$\frac{1}{C} q_c + (L_1+L_2)\ddot{q} = 0$$

$$q_c \frac{1}{C(L_1+L_2)} + \ddot{q} = 0 \Rightarrow \omega$$

