

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

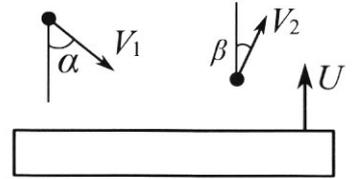
Класс 11

Вариант 11-02

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость $V_1 = 6$ м/с, направленную под углом α ($\sin \alpha = \frac{2}{3}$) к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2 , составляющей угол β ($\sin \beta = \frac{1}{3}$) с вертикалью.

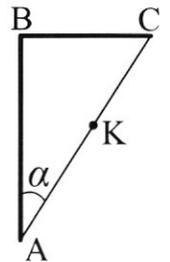


- 1) Найти скорость V_2 .
 - 2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.
- Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится гелий, во втором – неон, каждый газ в количестве $\nu = 6/25$ моль. Начальная температура гелия $T_1 = 330$ К, а неона $T_2 = 440$ К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Оба газа одноатомные, газы считать идеальными. $R = 8,31$ Дж/(моль К).

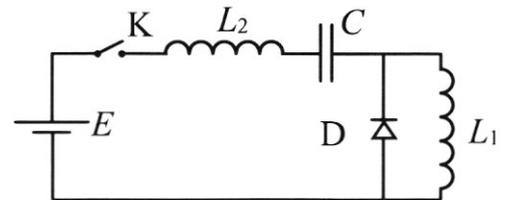
- 1) Найти отношение начальных объемов гелия и неона.
- 2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
- 3) Какое количество теплоты передал неон гелию?

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.



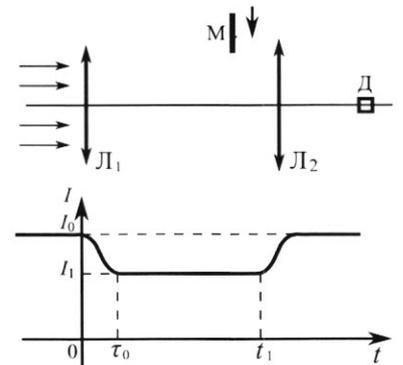
- 1) Пластина ВС заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол $\alpha = \pi/4$. Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС, если пластину АВ тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?
- 2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 4\sigma$, $\sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/8$. 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 $L_1 = 3L$, $L_2 = 2L$, конденсатора емкостью C , диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2 .



- 1) Найти период T этих колебаний.
- 2) Найти максимальный ток I_{01} , текущий через катушку L_1 .
- 3) Найти максимальный ток I_{02} , текущий через катушку L_2 .

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз L_1 и L_2 (см. рис.) с фокусными расстояниями F_0 и $F_0/3$, соответственно. Расстояние между линзами $1,5F_0$. 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 D , на выходе которого сила тока пропорциональна мощности падающего на него света. Круглая непрозрачная мишень M , плоскость которой перпендикулярна оси системы, движется с постоянной скоростью перпендикулярно оси системы так, что центр мишени пересекает ось на расстоянии $5F_0/4$ от L_1 . На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 8I_0/9$.



- 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 , τ_0 .

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 2

$$\nu_1 = \nu_2 = \nu = \frac{6}{25} \text{ моль}$$

$$T_1 = 330 \text{ K}; T_2 = 440 \text{ K}$$

1 - гелий

2 - неон

$$C_V = \frac{3}{2} R$$

1) $\frac{V_{01}}{V_{02}} - ?$

2) $T - ?$

3) $\Delta Q - ?$

① в первый момент времени, пока температура не начала меняться:

1	$\vec{p}_{01} S$	$\vec{p}_{02} S$	2
	$T_1; V_{01}$	$V_{02}; T_2$	

по II з.Н: $p_{01} S = p_{02} S \Rightarrow p_{01} = p_{02}$

по з.М-К: $p_{01} \cdot V_{01} = \nu R T_1$

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

$$\frac{V_{01}}{V_{02}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{330}{440} = \frac{3}{4}$$

② в конечный момент времени, когда в сосуде установилось равновесие

1	$\vec{p}_1 S$	$\vec{p}_2 S$	2
	$T; V_1$	$T; V_2$	

по II з.Н: $p_1 S = p_2 S \Rightarrow p_1 = p_2$

по з.М-К: $p_1 \cdot V_1 = \nu R T$

$$p_2 \cdot V_2 = \nu R T$$

$$\Rightarrow V_1 = V_2$$

~~$$(p_{01} + \Delta p)(V_{01} + \Delta V) = \nu R (T_1 + \Delta T)$$~~

$$(p_{02} - \Delta p)(V_{02} - \Delta V) = \nu R (T_2 - \Delta T)$$

$$T_1 + \Delta T = T_2 - \Delta T \Rightarrow T_2 - T_1 = 2\Delta T = 440 - 330 = 110 \text{ K}$$

$$\Rightarrow \Delta T = \frac{110}{2} = 55 \text{ K} \Rightarrow T = T_1 + \Delta T = T_2 - \Delta T = 330 + 55 = \underline{385 \text{ K}}$$

③ неон отдает тепло: $-\Delta Q_2 = -A_2 - \Delta U_2$ ($|\Delta Q_1| = |\Delta Q_2|$)

гелий получает тепло: $\Delta Q_1 = A_1 + \Delta U_1$

1ое начало ТЭ: $\Delta Q = A + \Delta U$; $A = p \Delta V$, $\Delta U = C_V \cdot \nu \cdot \Delta T$

генератор: $(p_{01} + \Delta p)(V_{01} + \Delta V) = \nu R (T_1 + \Delta T)$

$p_{01} \cdot V_{01} + \Delta p V_{01} + \cancel{p_{01} \Delta V} + \cancel{\Delta p \Delta V} = \nu R T_1 + \nu R \Delta T$

$A = p_{01} \cdot \Delta V = p_{01} \cdot (V_1 - V_{01})$; $p_{01} = \frac{\nu R T_1}{V_{01}}$

$V_{осл} = V_1 + V_2 = V_{01} + V_{02}$; $V_1 = V_2 = \frac{V_{осл}}{2}$; $V_{осл} = V_{01} + \frac{1}{3} V_{01} = \frac{4}{3} V_{01}$

$\Rightarrow V_{01} = \frac{3}{7} V_{осл} \Rightarrow \Delta V = \frac{V_{осл}}{2} - \frac{3V_{осл}}{7} = \left(\frac{7}{14} - \frac{6}{14}\right) V_{осл} = \frac{V_{осл}}{14}$

$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \cdot \nu (T - T_1) = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$

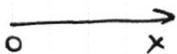
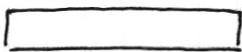
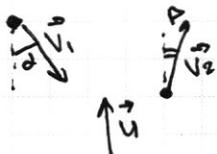
$\Delta Q_1 = \frac{\nu R T_1 \cdot 7}{3 V_{осл}} \cdot \frac{V_{осл}}{14} + \frac{\nu R T_1}{6} \cdot \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{\nu R T_1}{6} + \frac{3}{2} \nu R \Delta T$

$= \nu R \left(\frac{330}{6} + \frac{3}{2} \cdot 55 \right) = \frac{6}{25} \cdot 8,31 (55 + \frac{3}{2} \cdot 55) =$

$= \frac{36}{25} \cdot 8,31 \cdot 55 = \frac{36}{25} \cdot 457,05 = 33 \cdot 8,31 = 274,23 \text{ Дж} = |\Delta Q_2|$

Ответ: $\frac{V_{01}}{V_{02}} = \frac{3}{4}$; $T = 385 \text{ K}$; $\Delta Q = 274,23 \text{ Дж}$.

N1



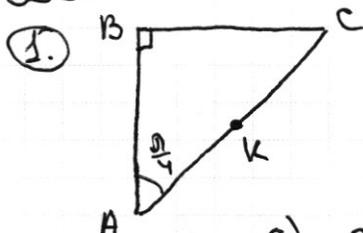
① ЗСЧ на ох: $m v_1 \cdot \sin \alpha = m \cdot v_2 \cdot \sin \beta$
(m - масса шарика)

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

$6 \cdot \frac{2}{3} = v_2 \cdot \frac{1}{3} \Rightarrow v_2 = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Ответ: $v_2 = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

N3



$\triangle ABC$ - прямоугольный с углом 45°

\Rightarrow р/т катетов $\Rightarrow AB = BC$

\Rightarrow заряды распределены равномерно

а) заряжена только пластина BC ($\sigma_{BC} = \sigma_0$)

$\vec{E}_{BC} = \frac{\sigma_{BC}}{2\epsilon_0} = \frac{\sigma_0}{2\epsilon_0}$

б) заряжены обе пластины ($\sigma_{BC} = \sigma_{AB} = \sigma_0$)

$E_{BC} = \frac{\sigma_0}{2\epsilon_0}$; $E_{AB} = \frac{\sigma_0}{2\epsilon_0}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

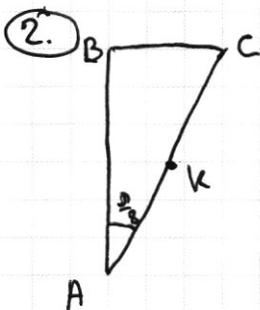
№3 (продолжение)



$$\vec{E}_{0Bz} = \vec{E}_{AB} + \vec{E}_{BC}$$

$$E_{0Bz} = E_{BC} \cdot \sqrt{2} \text{ (диагональ квадрата)}$$

$$\Rightarrow \frac{E_{0Bz}}{E_{BC}} = \sqrt{2}$$



$$\sigma_{BC} = 4\sigma ; \sigma_{AB} = \sigma$$

$$\vec{E}_{0Bz2} = \vec{E}_{AB} + \vec{E}_{BC}$$

$$\cdot \frac{BC}{AB} = \tan \frac{\theta}{2}$$

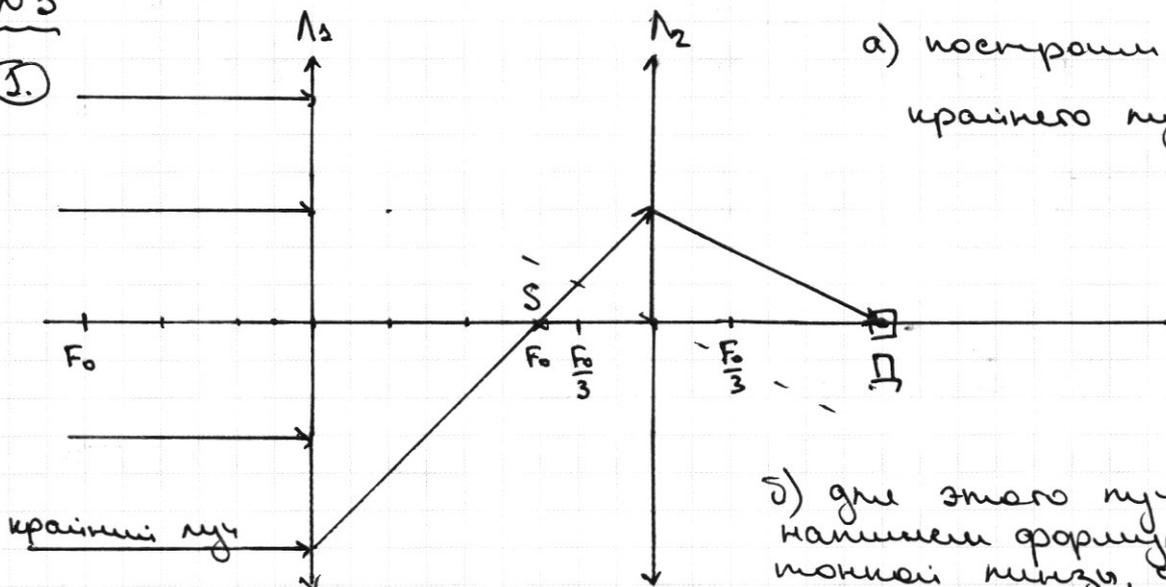
$$\cdot E_{AB} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} ; E_{BC} = \frac{4\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$E_{0Bz2}^2 = \left(\frac{\sigma}{2\epsilon_0}\right)^2 + (1+16) \Rightarrow E_{0Bz2} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \cdot \sqrt{17}$$

Ответ: $\frac{E_{0Bz}}{E_{BC}} = \sqrt{2} ; E_{0Bz2} = \sqrt{17}$

№5

5.



а) построили ход крайнего луча

б) для этого луча в L_2 найдем фокусную точку линзы, отметим, что S - источник, D - изображение

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5 (продолжение)

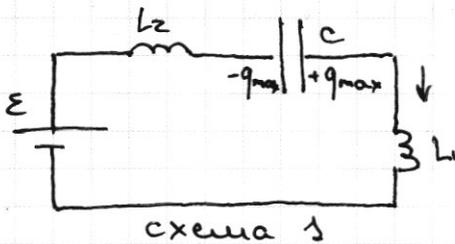
$$\frac{5}{4} T_0 = t_1 + T_0 \Rightarrow t_1 = \frac{5}{4} T_0 + T_0 = \frac{9}{4} T_0 = 2 \frac{1}{4} T_0$$

Ответ: $f = F_0$; $V = \frac{D}{9T_0}$; $L_1 = \frac{9}{4} T_0$

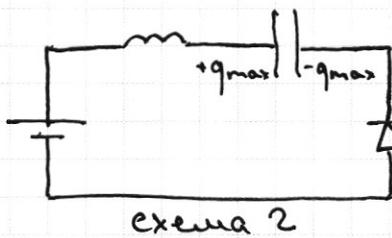
№4

1. рассмотрим один полный период колебательного контура

а) пусть сначала конденсатор заряжен (как показано на схеме 1)



- начнется разрядка конденсатора; ток пойдет через L_2 , т.к. диод закрыт



- ток будет идти, пока конденсатор не зарядится (как показано на схеме 2)

б) ~~то~~ т.к. конденсатор заряжен максимально на схеме 2, начнется его разрядка; ток пойдет через диод и L_1

пойдет через катушку

- ток будет идти пока конденсатор не зарядится (как показано на схеме 1)

в) $T = t_1 + t_2$, t_1 - переход от схемы 1 к схеме 2, t_2 - переход от схемы 2 к схеме 1

$$t_1 = \pi \sqrt{L_{\text{сум}} \cdot C} ; L_{\text{сум}} = L_1 + L_2 = 3L + 2L = 5L$$

$$t_2 = \pi \sqrt{L_2 \cdot C} ; L_2 = 2L$$

$$\Rightarrow \underline{T} = \pi \sqrt{(L_1 + L_2) \cdot C} + \pi \sqrt{L_2 \cdot C} = \pi \sqrt{C} (\sqrt{L_1 + L_2} + \sqrt{L_2}) = \\ = \pi \sqrt{CL} (\sqrt{5} + \sqrt{2})$$

$$\textcircled{2} I_{01} = I_{\text{max}} \Rightarrow I_1' = 0 \Rightarrow U_{L_1} = 0$$

$$I_{02} = I_{\text{max}} \Rightarrow I_2' = 0 \Rightarrow U_{L_2} = 0$$

$$\textcircled{3} W_{C \text{ max}} = \frac{CE^2}{2} ; W_{L_2 \text{ max}} = \frac{L_2 \cdot I^2}{2} \Rightarrow CE^2 = 2L \cdot I_{02}^2$$

$$I_{02}^2 = E^2 \cdot \frac{C}{2L} \Rightarrow I_{02} = E \sqrt{\frac{C}{2L}}$$

$$\textcircled{2} W_{C \text{ max}} = \frac{CE^2}{2} ; W_{L \text{ max}} = \frac{L_2 \cdot I_{01}^2}{2} + \frac{L_1 \cdot I_{01}^2}{2}$$

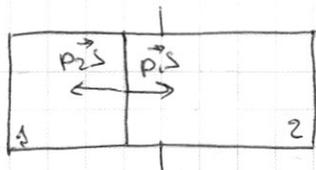
$$\Rightarrow CE^2 = I_{01}^2 (2L + 3L) \Rightarrow I_{01}^2 = E^2 \frac{C}{5L} \Rightarrow I_{01} = E \sqrt{\frac{C}{5L}}$$

$$* \text{ЗСЗ: } W_{C \text{ max}} = W_{L \text{ max}}$$

$$\underline{\text{Ответ:}} T = \pi \sqrt{CL} (\sqrt{5} + \sqrt{2}) ; I_{01} = E \sqrt{\frac{C}{5L}} ; I_{02} = E \sqrt{\frac{C}{2L}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 2



$$D_1 = D_2 = \frac{E}{2S} \text{ моль}$$

$$T_{01} = 330 \text{ К} - \text{гелий}$$

$$T_{02} = 440 \text{ К} - \text{неон}$$

1) $\frac{V_{01}}{V_{02}} - ?$

2) $T - ?$

3) $\Delta Q - ?$

$$p_{01} \cdot V_{01} = \nu R T_{01}$$

$$p_{02} \cdot V_{02} = \nu R T_{02}$$

$$p_1 \cdot V_1 = \nu R T$$

$$p_2 \cdot V_2 = \nu R T$$

$$p_1 \cdot S = p_2 \cdot S \quad (\text{но } \pi \text{ з.н.})$$

$$V_{\text{осн}} = V_{01} + V_{02}$$

$$V_{\text{осн}} = V_1 + V_2$$

в конечный момент $\Rightarrow p_1 = p_2 \Rightarrow V_1 = V_2 = \frac{V_{\text{осн}}}{2}$

1) $\frac{p_{01} \cdot V_{01}}{p_{02} \cdot V_{02}} = \frac{T_{01}}{T_{02}}$

$$p_{01} \cdot V_{01} = \nu R T_{01}$$

$$p_{01} = \frac{\nu R T_{01}}{V_{01}}$$

2) $(p_{01} + \Delta p)(V_{01} + \Delta V) = \nu R (T_{01} + \Delta T)$

$$p_{01} = p_1 - \Delta p = p - \Delta p$$

$$(p_{02} - \Delta p)(V_{02} - \Delta V) = \nu R (T_{02} - \Delta T)$$

$$p_{02} = p_2 + \Delta p = p + \Delta p$$

$$T_{02} - \Delta T = T_{01} + \Delta T$$

$$\Rightarrow T_{02} - T_{01} = 2\Delta T = 440 - 330 = 110 \text{ К}$$

$$\Delta T = \frac{110}{2} = 55 \text{ К}$$

$$\Rightarrow T = 330 + 55 = 440 - 55 = \underline{385 \text{ К}}$$

1) $p_{01} \cdot S = p_{02} \cdot S$ (в первый момент времени)

$p_{01} = p_{02}$ (пока температура не начала меняться)

$$\Rightarrow \frac{V_{01}}{V_{02}} = \frac{T_{01}}{T_{02}} = \frac{330}{440} = \frac{3}{4}$$

???

$$V_{\text{осн}} = V_{01} + V_{02} + \frac{3}{4} V_{02} =$$

$$= \frac{7}{4} V_{02} = \frac{7}{3} V_{01} =$$

$$= 2V_1 = 2V_2$$

3) неон: $-\Delta Q_2 = -A_2 - \Delta U_2$

$$|\Delta Q_1| = |\Delta Q_2|$$

гелий: $\Delta Q_1 = A_1 + \Delta U_1$

$$V_{01} = \frac{3}{7} V_{\text{осн}}$$

$$A_2 = p \Delta V$$

$$A_1 =$$

решим: $(p_{01} + \Delta p)(V_{01} + \Delta V) = DR(T_{01} + \Delta T)$

~~$p_{02} \cdot V_{02} + \Delta p \cdot V_{02} + \Delta p \cdot \Delta V + p_{02} \cdot \Delta V = DR T_{02} + DR \Delta T$~~

$\Delta V = (V_1 - V_{02}) = \frac{V_{02}}{2} - \frac{3V_{02}}{7} = \frac{(7-6)V_{02}}{14} = \frac{V_{02}}{14}$

$A_1 = p_{02} \cdot \Delta V = \frac{DR T_{01}}{V_{01}} \cdot \Delta V = \frac{DR T_{01}}{3V_{02}} \cdot \frac{V_{02}}{14} = \frac{DR T_{01}}{42}$

$\Delta U_1 = \frac{3}{2} DR (T_1 - T_{02}) = \frac{3}{2} DR \cdot \Delta T$

$\Delta Q_1 = |\Delta Q_2| = \frac{DR T_{01}}{6} + \frac{3}{2} DR \Delta T = DR \left(\frac{330}{6} + \frac{3}{2} \cdot 55 \right) = DR (55 + 2 \cdot 55)$

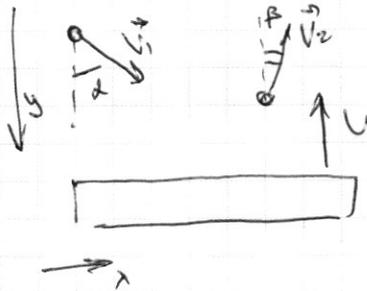
$\frac{330}{30} \left| \frac{6}{155} \right.$
 $\frac{30}{30}$
 $= \frac{6}{25} \cdot 8,31 \cdot 55 \cdot 3 = 329,076 \text{ Дж}$

$55 + \frac{3}{2} \cdot 55 = 55 \left(1 + \frac{3}{2} \right) = 55 \cdot \frac{5}{2}$

8,31
 18
 6 5 7 8
 8 3 1
 4 7 9,5 8
 1 1
 3 4 9 5 8
 1 4 9 5 8
 1 6 4 5,3 8
 + 1 6 4 5,3 8
 3 2 9 0,7 6

8,31
 33
 2 4 9 3
 2 4 9 3
 2 7 4,2 3

№1



перейдем в СО, связанную с плитой; тогда:

$v_{1y} = v_1 \cdot \cos \alpha + u$; $v_{2y} = u - v_2 \cdot \cos \beta$

ДЗСЦ: ~~$m \cdot v_1 \cdot \cos \alpha + m \cdot v_2 \cdot \cos \beta = m \cdot v_1 \cdot \cos \alpha + m \cdot v_2 \cdot \cos \beta$~~

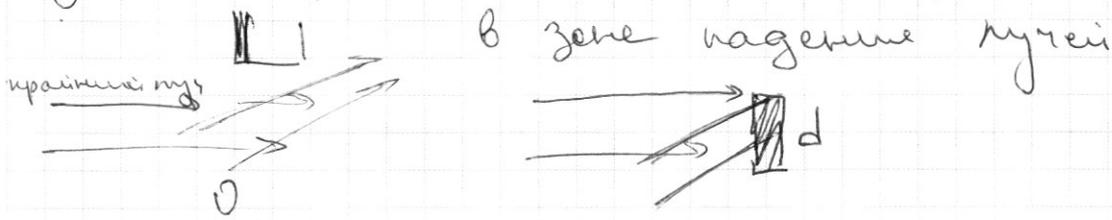
(м.п. $M \gg m$, но удар шарика никак НЕ влияет на движение плиты)

1) $v_1 \cdot \cos \alpha = v_2 \cdot \cos \beta \Rightarrow 6 \cdot \frac{2}{3} = v_2 \cdot \frac{1}{3} \Rightarrow v_2 = 12 \frac{м}{с}$

→ ~~уменьшен~~ диаметр $d = \frac{1}{3}D$ (диаметр мм)

рассмотрим участок времени от t_0 до t_1

за это время диаметр поршневого кольца



→ она равна расстоянию d за время $(t_1 - t_0)$

$$\Rightarrow d = V \cdot \tau \Rightarrow \frac{1}{3}D = V \cdot \tau_0 \Rightarrow V = \frac{D}{3\tau_0}$$

3) ~~предполож.~~ ~~$D = V(t_1 - t_0)$~~ $D - \frac{1}{3}D - \frac{1}{3}D = V(t_1 - t_0)$

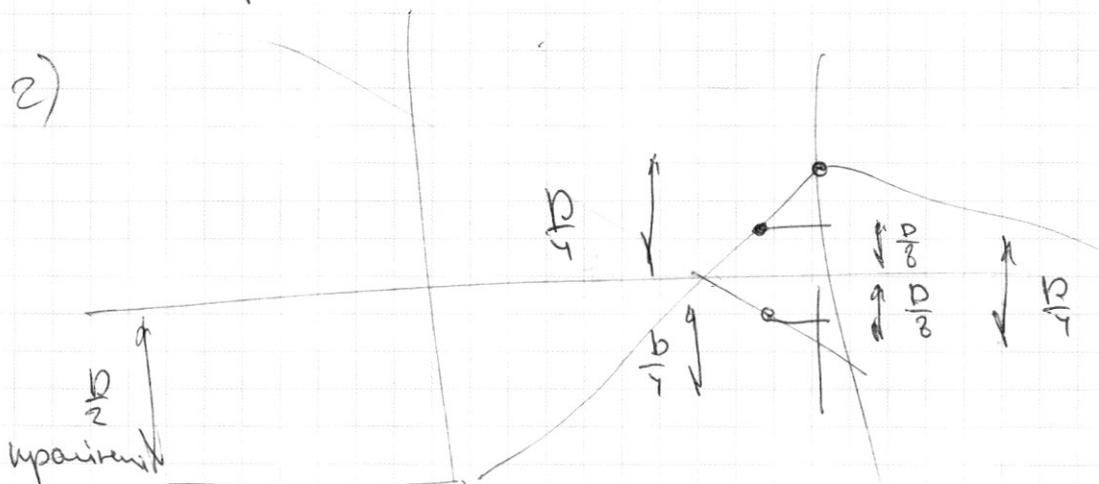
$$\frac{7}{3}D = \frac{D}{3\tau_0} (t_1 - t_0)$$

$$7 = \frac{1}{\tau_0} (t_1 - t_0) \Rightarrow 7 \cdot \tau_0 = t_1 - t_0$$

$$t_1 = 8\tau_0$$

* ~~уменьшен~~

2)



$$\frac{d}{2} = \frac{d}{8} + x \quad x = \frac{4d}{8} - \frac{d}{8} = \frac{3d}{8}$$

$$\frac{d}{2} = k + 3k = 4k$$

$$\cos \frac{d}{2} = \cos 4k = 0 \quad \cos 2d = 2\cos^2 d - 1$$

$$\cos \frac{2d}{8} = \frac{\sqrt{2}}{2} = 2\cos^2 \frac{d}{8} - 1$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2} + 1 = 2\cos^2 \frac{d}{8} \quad \cos^2 \frac{d}{8} = \frac{\sqrt{2}}{4} + \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{2}+2}{4}$$

$$\cos \frac{d}{8} = \frac{1}{2} \sqrt{2+\sqrt{2}}$$

* ток будет нуль пока не зарядится
(как показано на схеме 2)

$$L_{\text{общ}} = L_2$$

б)
ток

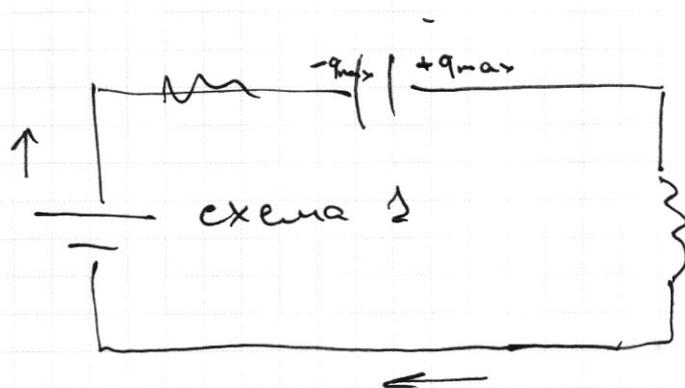
$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

$$T = t_1 + t_2 + \dots$$

t_1 - время зарядки ^{кон} от 0 до q_{max}

t_2 - время

$$t_1 = 2a$$



рассмотрим один
полный период
колебаний той же
конфигура

$$T = t_1 + t_2$$

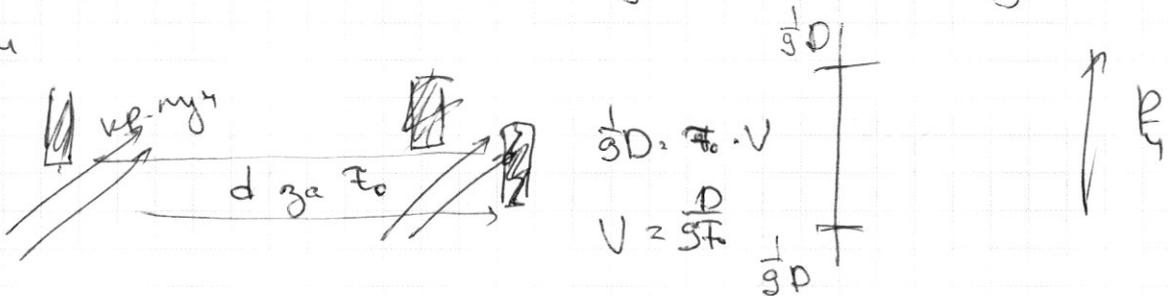
всего
а) сначала конденсатор
заряден (как показа
но на схеме 1)

* начнется разрядка конденсатора: ток пойдет
через L_1 (на L_1 ^{на L_1 L_2} L_2) $\Rightarrow t_1 = 2\pi\sqrt{C(L_1+L_2)}$
 $L_{\text{общ}} = L_1 + L_2$ (коэф.)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N5

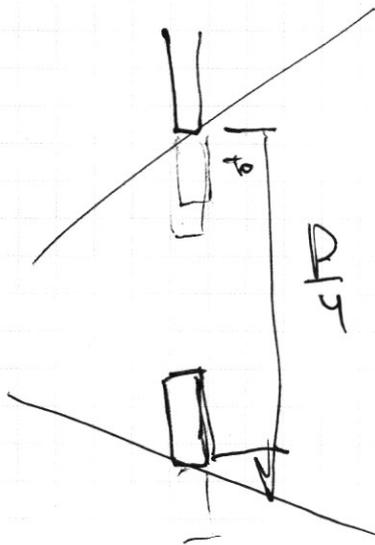
2) проан. из ~~физич~~ чертежа видно, что ширина
препятствия $\frac{D}{4}$, когда на нее падает
лучи



$\frac{D}{4} - \frac{2}{3}D = \frac{9D - 8D}{36} = \frac{D}{36}$ - расстояние,
когда все минуса были в зоне попадания
лучей

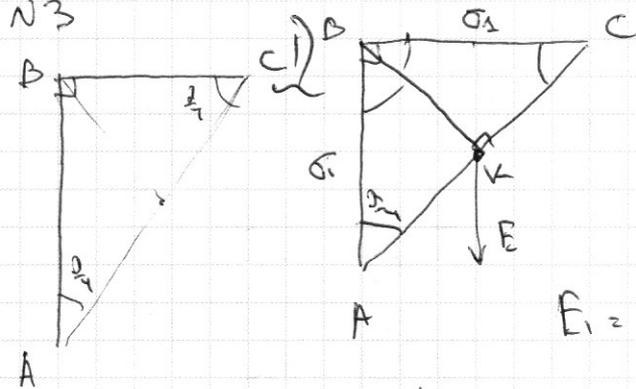
$$\frac{D}{36} = V (\lambda_0 - \lambda_0 (t_1 - T_0))$$

$$\frac{D}{36} = \frac{D}{9\lambda_0} (t_1 - T_0) \quad \frac{T_0}{4} = t_1 - T_0 \quad t_1 = T_0 + \frac{T_0}{4} = \frac{5T_0}{4}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

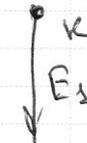
N3



$$\sigma_1 = \text{const}; \quad \sigma_2 = \sigma.$$

сначала:

$$E_1 = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0}; \quad \Rightarrow \quad E_2 = \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0}$$



потом:

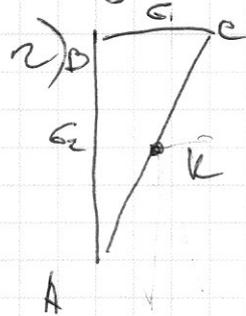


$$|E_1| = |E_2| = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$E_{\text{cosy}} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

$$E_{\text{cosy}} = E_1 \cdot \sqrt{2} \text{ (диаг. квадрата)}$$

$$E_{\text{cosy}} \text{ в } \sqrt{2} \text{ раз } > E_1$$



$$E_1 = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} = \frac{4\sigma}{2\epsilon_0} = 4E_2$$

$$E_2 = \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{x}{4x} = \frac{1}{4} \quad \sqrt{1+16}$$

$$\cos \beta = \frac{E_1}{E_{\text{cosy}}}$$

$$\cos \beta = \frac{1}{\sqrt{17}}$$

$$E_{\text{cosy}} = \frac{E_1}{\cos \beta} = E_2 \cdot \sqrt{17} / 4$$

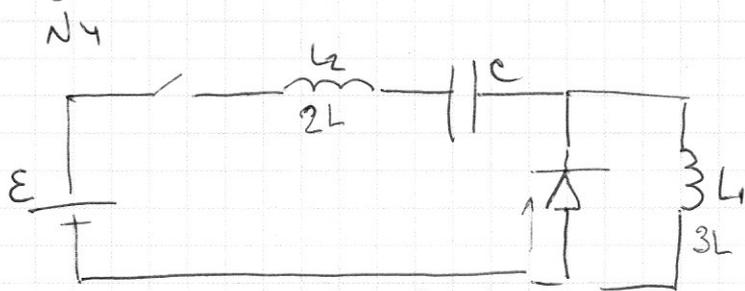
$$E_{\text{cosy}}^2 = E_1^2 + E_2^2 = \left(\frac{\sigma}{2\epsilon_0}\right)^2 (16+1) \Rightarrow E_{\text{cosy}} = E_2 \cdot \sqrt{17}$$

$$\cos 2\alpha = 2\cos^2 \alpha - 1$$

$$\cos \frac{\alpha}{4} = 2\cos^2 \frac{\alpha}{8} - 1 \quad 2\cos^2 \frac{\alpha}{8} = \frac{\sqrt{2}}{2} + 1$$

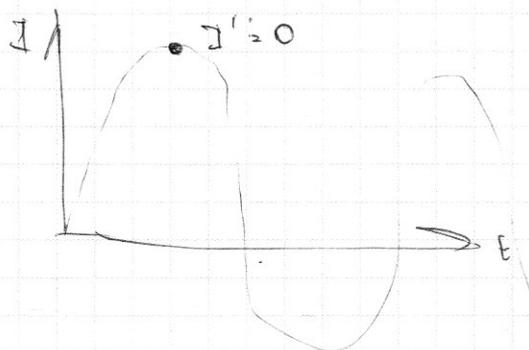
$$\cos^2 \frac{\alpha}{8} = \frac{\sqrt{2}}{4} + \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{2}+2}{4} \quad \cos \frac{\alpha}{8} = \frac{1}{2} \sqrt{2+\sqrt{2}}$$

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{\sin 2\alpha}{\cos 2\alpha} = \frac{2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{\cos^2 \alpha}$$



$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

T - период

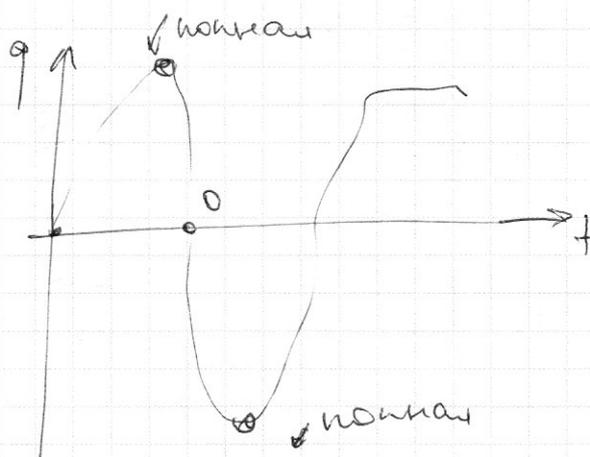
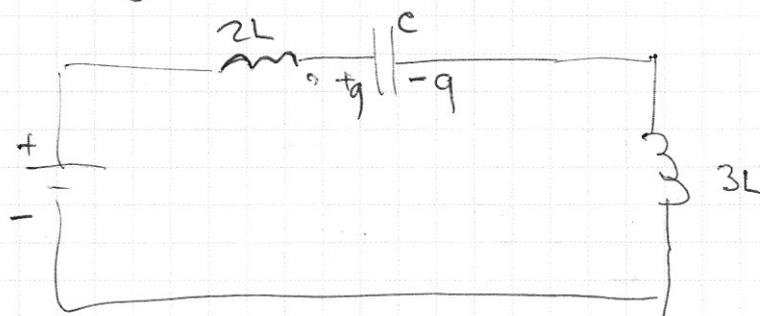


при $I = I_{\max}$: $I' = 0 \Rightarrow U_L = 0$

$$\mathcal{E}_{\text{ind}} = |-LI'| = LI'$$

I_{\max} - при ~~разрядке~~ ^{за} разрядке ток через L_1 не идет

конденсатор заряжается:



N1

2) ЗУМ: отн. к центру масс: $m(V_1 \cdot \cos \alpha + U) = m(-V_2 \cdot \cos \beta + U)$

$$6 \cdot \cos \alpha + U =$$

при упругом ударе: о неподв. стержне

$$V_1 \cdot \cos \alpha \text{ но } V_2 \cdot \cos \beta$$