

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

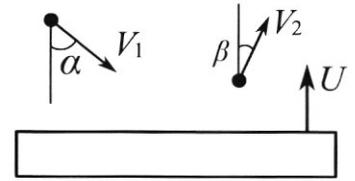
Класс 11

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.

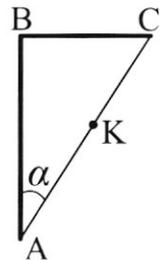


- 1) Найти скорость V_2 .
 - 2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.
- Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

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?

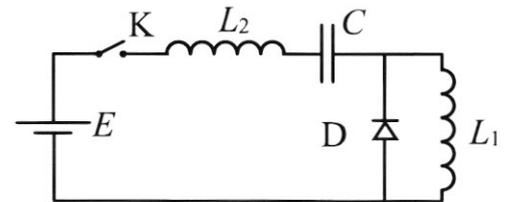
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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?

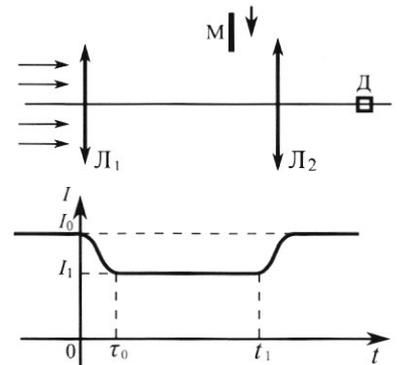
2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 4\sigma$, $\sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/8$. Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.

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 К 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 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 $5F_0/4$ 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

✓ 1

Дано:

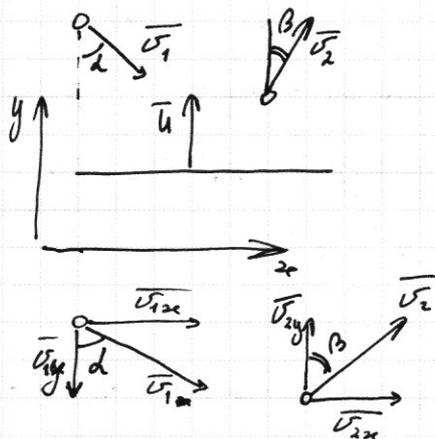
$$v_1 = 6 \text{ м/с}$$

$$\sin \alpha = \frac{2}{3}$$

$$\sin \beta = \frac{1}{3}$$

$$v_2 = ?$$

$$U = ?$$



Решение

ЗСИ по оси x

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

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

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

$$v_2 = v_1 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = 2v_1 = 12 \text{ м/с}$$

m - масса шарика

v_{1x}, v_{1y} - проекции v_1
на оси x, y

v_{2x}, v_{2y} - проекции v_2
на оси x, y

ЗСИ по оси y

МУ - $m v_{1y} = (M+m) v_{2y}$, т.к. произошел неупругий удар M - масса пластины

$$MU = M v_{2y} + m(v_{1y} + v_{2y})$$

$$U = v_{2y} + \frac{m}{M} (v_{1y} + v_{2y}) \quad \text{т.к. } M \gg m \text{ по условию, то } \frac{m}{M} \rightarrow 0 \Rightarrow$$

$$U = v_{2y} = v_2 \cos \beta$$

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

$$U = v_2 \cos \beta = 12 \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3} = 8\sqrt{2} \quad \sqrt{2} \approx 1,4 \Rightarrow U = 8 \cdot 1,4 = 11,2 \text{ м/с}$$

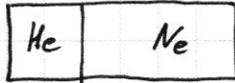
Ответ: $v_2 = 12 \text{ м/с}$; $U = \cancel{8\sqrt{2}} = 11,2 \text{ м/с}$

№ 2

Дано

Решение

$\nu = \frac{6}{25}$ моль



т.к. в коакимой камере перегородка

$T_1 = 330 \text{ K}$

T_1 T_2

находится, то $p_1 = p_2$

$T_2 = 440 \text{ K}$

по ~~уравнению~~ Менделеева-Клапейрона $pV = \nu RT$

$R = 8,31$

$p = \frac{\nu RT}{V} \Rightarrow \frac{\nu RT_1}{V_1} = \frac{\nu RT_2}{V_2} \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{330}{440} = 0,75$

$\frac{V_1}{V_2} - ?$

Температура, устанавливаемая в сосуде, T установится при

$T - ?$

$T_1' = T_2' = T$. В этой камере $p_1' = p_2'$ т.к. перегородка

$Q_{He} - ?$

остановится \Rightarrow $\Rightarrow V_1' = V_2'$ - объем, при установившейся T
при чем $V_1' + V_2' = V_1 + V_2$

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

Процесс, происходящий в сосуде, - изобарный $\Rightarrow p = \text{const} \Rightarrow$

$\frac{V}{T} = \text{const} \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_1'}{T} \quad T = T_1 \frac{V_1'}{V_1} = T_1 \frac{V_1 + V_2}{2V_1}$

$\frac{V_1}{V_2} = 0,75$ по выше доказанному $V_1 = V_2 \cdot 0,75 = \frac{3}{4} V_2$

$T = T_1 \frac{\frac{3}{4} V_2 + V_2}{2 \cdot \frac{3}{4} V_2} = T_1 \frac{7V_2}{3V_2} = \frac{7}{3} T_1 = \frac{7}{3} \cdot 330 = 385 \text{ K}$

$Q_{He} = Q_{He}$, т.к. сосуд теплоизолированный $Q_{He} = \text{теплота, полученная He}$

$Q_{He} = \Delta U_{He} + A_{He} \quad \Delta U_{He} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T \quad \Delta T = T - T_1 = 385 - 330 = 55 \text{ K}$

ΔU_{He} - изменение внутренней энергии

A - работа, совершаемая He

$A_{He} = p \Delta V = \nu R \Delta T \Rightarrow$

$Q_{He} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T = \frac{5}{2} \cdot \frac{6}{25} \cdot 8,31 \cdot 55 = 8,31 \cdot 33 = 274,23 \text{ Дж}$

Ответ: $\frac{V_1}{V_2} = 0,75$; $T = 385 \text{ K}$; $Q_{He} = 274,23 \text{ Дж}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

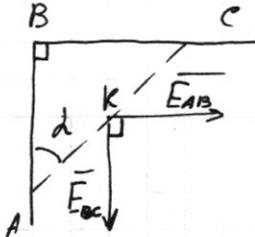
1) Дано:

$$d = \frac{\pi}{4}$$

$$\sigma_{BC} = \sigma$$

$$\sigma_{AB} = \sigma$$

$$\frac{E_2}{E_1} = ?$$



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

№ 3

Решение $E_{BC} \perp E_{AB}$ - напряженности полей, созданные максимумами

$$\vec{E}_1 = \vec{E}_{BC} \Rightarrow E_1 = E_{BC} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$\vec{E}_2 = \vec{E}_{AB} + \vec{E}_{BC}$$

т.к. $\angle ABC = 90^\circ$, то $E_2 = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2}$

$$E_{AB} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = E_{BC} = E \Rightarrow E_2 = \sqrt{E^2 + E^2} = \sqrt{2E^2} =$$

$$= E\sqrt{2} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \cdot \sqrt{2} \Rightarrow$$

Ответ: $\frac{E_2}{E_1} = \sqrt{2}$

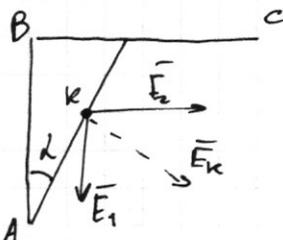
2) Дано

$$d = \frac{\pi}{8}$$

$$\sigma_1 = 4\sigma$$

$$\sigma_2 = \sigma$$

$$E_K = ?$$



$$E_1 = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0}$$

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

E_1, E_2 - напряженности полей, созданные максимумами

$$\vec{E}_K = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \quad E_K = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$$

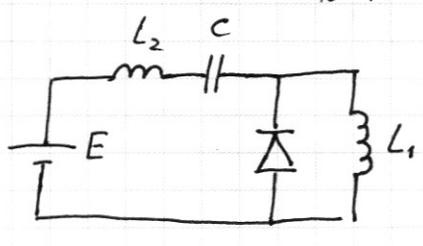
$$E_K = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{4\epsilon_0^2} + \frac{\sigma_2^2}{4\epsilon_0^2}} = \frac{1}{2\epsilon_0} \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} = \frac{1}{2\epsilon_0} \sqrt{16\sigma^2 + \sigma^2} =$$

$$= \frac{\sigma \sqrt{17}}{2\epsilon_0}$$

Ответ: $E_K = \frac{\sigma \sqrt{17}}{2\epsilon_0}$

№ 4

Дано
 E
 $L_1 = 3L$
 $L_2 = 2L$
 C
 $T_1 = ?$
 $I_{01} = ?$
 $I_{02} = ?$



Решение рассмотрим ток по часовой
 $W_{L1} = \frac{L_1 I^2}{2}$ $W_{L2} = \frac{L_2 I^2}{2}$ $W_C = \frac{q^2}{2C}$
 $W_0 = W_{L1} + W_{L2} + W_C = \frac{(L_1 + L_2) I^2}{2} + \frac{q^2}{2C}$

$I_1 = I_2 = I$, т.к. рассматривается течение тока по часовой
 ток через диод не пойдет
 т.к. выключается ЗСЭ, то $W'_t = 0$

$$W'_t = (L_1 + L_2) I \cdot I' + \frac{1}{2C} \cdot q \cdot q'$$

$$I = q' \Rightarrow I' = q'' \Rightarrow (L_1 + L_2) q' \cdot q'' + \frac{1}{C} \cdot q \cdot q' = 0$$

$$q'' + \frac{1}{C(L_1 + L_2)} \cdot q = 0 \Rightarrow \omega_0^2 = \frac{1}{C(L_1 + L_2)} \Rightarrow$$

$T_1 = \pi / \omega_0 = \pi \sqrt{C(L_1 + L_2)} = \pi \sqrt{5LC}$. берется π , т.к. рассматривается
 лишь половина колебания T_1 - время первого полуцикла

Рассмотрим движение тока против часовой

$I_1 = 0$, т.к. ток пойдет через диод $\Rightarrow W = \frac{L_2 I^2}{2} + \frac{q^2}{2C}$ - энергия в
 катушке

ЗСЭ: $W'_t = 0 \Rightarrow L_2 q' \cdot q'' + \frac{1}{C} q \cdot q' = 0$

$$q'' + \frac{1}{CL_2} q = 0 \quad \omega_1^2 = \frac{1}{L_2 C} \Rightarrow$$

$$T_2 = \frac{\pi}{\omega_1} = \pi \sqrt{L_2 C} = \pi \sqrt{2LC}$$

T_2 - время второго полуцикла \Rightarrow

$$T = T_1 + T_2 = \pi \sqrt{LC} (\sqrt{5} + \sqrt{2})$$

И макс = $E \Rightarrow$ ЗСЭ: $\frac{CE^2}{2} = \frac{(L_1 + L_2) I_{01}^2}{2}$ $I_{01} = E \sqrt{\frac{C}{L_1 + L_2}} = E \sqrt{\frac{C}{5L}}$
 при токе по часовой

при токе против часовой ЗСЭ: $\frac{CE^2}{2} = \frac{L_2 I_{02}^2}{2}$ $I_{02} = E \sqrt{\frac{C}{L_2}} = E \sqrt{\frac{C}{2L}}$

Ответ: $T = \pi \sqrt{LC} (\sqrt{5} + \sqrt{2})$

$$I_{01} = E \sqrt{\frac{C}{5L}}$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано

$$D, F_0, \tau_0$$

$$F_1 = F_0$$

$$F_2 = \frac{F_0}{3}$$

$$O_1 O_2 = 1,5 F_0$$

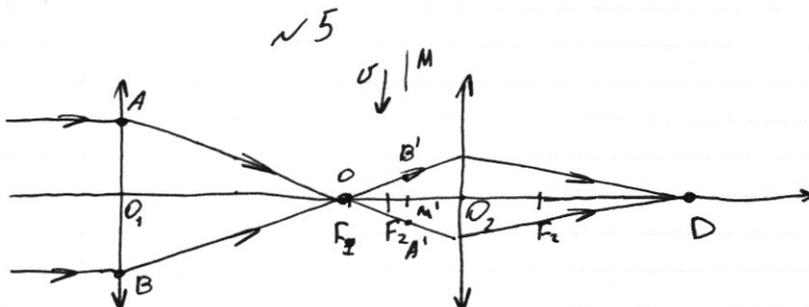
$$O_1 M' = \frac{5}{4} F_0$$

$$I_1 = \frac{8}{9} I_0$$

$$O_2 D = ?$$

$$\sigma = ?$$

$$t_1 = ?$$



M' - место где будет
проходить лучи

по условию задачи, лучи фокусируются в точке D

по формуле тонкой линзы $\frac{1}{F_2} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$, где

$$f = O_2 D \quad d = O_1 O_2 - F_1 = \frac{F_0}{2} \quad \text{— точка из которой исходят лучи}$$

$$\frac{3}{F_0} = \frac{2}{F_0} + \frac{1}{O_2 D} \quad \frac{1}{O_2 D} = \frac{1}{F_0} \quad O_2 D = F_0$$

$D_{\text{луча}}$ - диаметр луча $D_{\text{луча}} = D$

D_1 - диаметр луча в точке M' $S_1 = \frac{\pi D_1^2}{4}$

D_M - диаметр мишени $S_M = \frac{\pi D_M^2}{4}$

Рассмотрим $\triangle ABO$ и $\triangle A'OB'$, $\triangle ABO \sim \triangle A'OB'O \Rightarrow \frac{D_{\text{луча}}}{F_0} = \frac{D_1}{O_1 M' - F_0}$

$$\frac{D_{\text{луча}}}{F_0} = \frac{D_1}{0,5 F_0} \quad D_1 = \frac{D_{\text{луча}}}{4} = \frac{D}{4}$$

т.к. $I \sim S$, то $\frac{I_1}{I_0} = \frac{S_1 - S_M}{S_1} \quad \frac{S_1 - S_M}{S_1} = \frac{8}{9} \Rightarrow S_1 - S_M = \frac{8}{9} S_1$

$$S_M = \frac{S_1}{9} \quad \frac{\pi D_M^2}{4} = \frac{\pi D_1^2}{4 \cdot 9} \quad D_M^2 = \frac{D_1^2}{9} \Rightarrow D_M = \frac{D_1}{3} = \frac{D}{12}$$

Процесс уменьшения мощности света начался, когда мишень коснулась лучей, и закончился, когда вся мишень освещалась потоком \Rightarrow

$$v \tau_0 = D_M \quad v = \frac{D_M}{\tau_0} = \frac{D}{12 \tau_0}$$

Мощность света начала увеличиваться когда мишень начала

выходить из освещенной области $\Rightarrow t_1 = \tau_0 + \frac{D_1 - D_M}{v}$

№5 (продолжение)

$$t_1 = t_0 + \frac{D_1 - D_2}{v} = t_0 + \frac{\frac{D}{4} - \frac{D}{12}}{v} = t_0 + \frac{\frac{D}{6}}{v} = t_0 + \frac{D \cdot 12 t_0}{6 \cdot D} = t_0 + 2 t_0$$

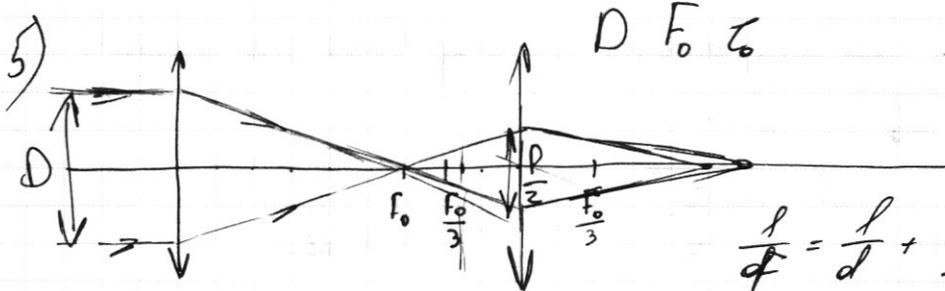
$$t_1 = 3 t_0$$

Ответ: $Q_2 D = F_0$

$$v = \frac{D}{12 t_0}$$

$$t_1 = 3 t_0$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$F_0 = 6 \text{ см}$

$\frac{3D}{4} = \frac{15}{2} = 7,5$

$\frac{1}{d} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$

$d = 0,5 F_0 \Rightarrow \frac{1}{d} = \frac{2}{F_0}$

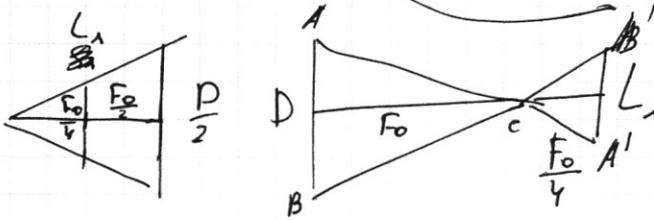
$\frac{3}{F_0} = \frac{2}{F_0} + \frac{1}{f}$

$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = F_0$

$\delta_1 - \delta_{\text{минимум}} = \frac{8}{9} \delta_1$

$\delta_{\text{минимум}} = \frac{\delta_1}{9}$

$\delta_1 \left(\frac{5F_0}{4} \right) = \frac{D}{4}$, т.к. $\triangle ABC$ и $\triangle A'B'C'$ подобны



$\frac{L_1}{D} = \frac{F_0}{4} = \frac{f}{4}$

$L_1 = \frac{D}{4} \Rightarrow L_{\text{минимум}} = \frac{L_1}{9} = \frac{D}{36}$

$v = \frac{L_{\text{минимум}}}{\tau_0} = \frac{D}{36 \tau_0}$

$t_1 = \frac{L_1 - L_{\text{минимум}}}{v} = \frac{8L_1}{8v} = \frac{2D}{8v} = D_1$

$= \frac{2D \cdot 36 \tau_0}{8D} = 9 \tau_0$

$\frac{3D}{12} - \frac{D}{12} = \frac{2D}{12} = \frac{D}{6}$
 $t_1 = \frac{D}{4}$

$S_{\text{луча}} = \frac{\pi D^2}{4}$

$S_{\text{луча}} = \frac{\pi D_1^2}{4}$

$S_{\text{луча}}$ - площадь сечения
луча в точке $F = \frac{5}{4} F_0$

т.к. $I \sim S \Rightarrow \delta E = I_0 = \frac{8}{9} I_0 \Rightarrow \frac{I_0}{\frac{8}{9} I_0} = \frac{S_{\text{луча}}}{S_{\text{луча}} - S_{\text{м}}}$

$S_{\text{м}}$ - площадь минимума

$\frac{I_0}{\frac{8}{9} I_0} = \frac{S_{\text{луча}}}{S_{\text{луча}} - S_{\text{м}}}$

$\frac{S_{\text{луча}} - S_{\text{м}}}{S_{\text{луча}}} = \frac{8}{9} \Rightarrow S_{\text{луча}} - S_{\text{м}} = \frac{8}{9} S_{\text{луча}}$
 $S_{\text{м}} = \frac{S_{\text{луча}}}{9}$

$S_{\text{м}} = \frac{\pi D_{\text{м}}^2}{4 \cdot 9} = \frac{\pi D_{\text{м}}^2}{4} \Rightarrow D_{\text{м}}^2 = \frac{D_1^2}{9} \Rightarrow D_{\text{м}} = \frac{D_1}{3} = \frac{D}{8}$

$v = \frac{D_{\text{минимум}}}{\sigma \tau_0} = \frac{D}{8 \tau_0} \Rightarrow t_1 = \frac{D_1 - D_{\text{м}}}{v} = \frac{\frac{D}{4} - \frac{D}{8}}{\frac{D}{8 \tau_0}} = \frac{D}{8 \tau_0} \cdot \frac{8 \tau_0}{D} = \tau_0$

$$4) T = 2\pi \sqrt{5LC}$$

$$U_{\text{max}} = E \Rightarrow \frac{CE^2}{2} = \frac{(L_1 + L_2)I^2}{2} \quad I_{02} = I = \sqrt{\frac{CE^2}{L_1 + L_2}}$$

$$I_{01} = I = \sqrt{\frac{CE^2}{L_1 + L_2}} = E \sqrt{\frac{C}{L_1 + L_2}} = E \sqrt{\frac{C}{5L}}$$

Р.к. при равенстве тока в обратную сторону весь ток пойдет
через D $\Rightarrow I_1 = 0 \Rightarrow$

$$\frac{CE^2}{2} = \frac{L_2 I^2}{2} \quad I = E \sqrt{\frac{C}{L_2}} \quad I_{02} = I = E \sqrt{\frac{C}{2L}}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_1'}{T_1} \quad \frac{T_2}{V_1'} = \frac{T_1}{V_1} \quad T = T_1 \frac{V_1'}{V_1} = T_1 \frac{V_1 + V_2}{2V_1}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = 0,75 \quad V_1 = 0,75V_2 \Rightarrow T = T_1 \frac{1,75V_2}{2 \cdot 0,75V_2} = T_1 \frac{7}{3} = \frac{7}{3} T_1 =$$

$$= \frac{7}{3} \cdot 330 = 770 \quad \frac{7}{2} \cdot 110 = \frac{770}{2} = 385.$$

т.к. процесс изобарный

$A = p \Delta V = \Delta R \Delta T$ $Q_{не} = Q_{ке}$, где $Q_{ке}$ - теплота от данной системы

$$A = p \Delta V = \Delta R \Delta T$$

$$1) \mu = \frac{3}{2} \Delta R \Delta T. \quad Q_{ке} = A + \mu = \frac{5}{2} \Delta R \Delta T = \frac{5}{2} \Delta R (T - T_1) \quad Q_{ке} - \text{теплота полученная системой}$$

$$= \frac{5}{2} \cdot 8,31 \cdot \frac{6}{25} \cdot (385 - 330) = 8,31 \cdot 3 \cdot \frac{55}{5} = 8,31 \cdot 11 =$$

$$\begin{array}{r} \times 8,31 \\ 11 \\ \hline 831 \\ 831 \\ \hline 91,41 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 8,31 \\ 1,133 \\ \hline 2493 \\ + 2493 \\ \hline 274,23 \end{array}$$

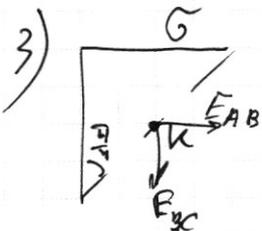
$$= 91,41$$

$$\begin{array}{r} 1831 \\ 831 \\ \hline 9141 \end{array}$$

Ответ: 1) 0,75

2) 385

3) 91,41



$$1) E_1 = E_{BC} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

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

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

$$\vec{E}_2 = \vec{E}_{BC} + \vec{E}_{AB}$$

$$E_{ке} = E_{AB}$$

$$\vec{E}_{BC} \perp \vec{E}_{AB} \Rightarrow$$

$$E_2 = E_{AB} \sqrt{2} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$\Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \sqrt{2} \approx 1,4$$

$$2) \sigma_1 = 4\sigma \quad \sigma_2 = \sigma \quad E_{к-}?$$

$$\vec{E}_{к-} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \quad E_{к-} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$$

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

$$E_{к-} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}{4\epsilon_0^2}} = \frac{1}{2\epsilon_0} \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} = \frac{1}{2\epsilon_0} \sqrt{16\sigma^2 + \sigma^2} =$$

$$= \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \sqrt{17}$$

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

$$\omega^2 = \frac{1}{C(L_1 + L_2)}$$

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

$$4) \text{ЗСЭ } W_0 = \frac{L_2 I^2}{2} + \frac{L_1 I^2}{2} + \frac{C q^2}{2} =$$



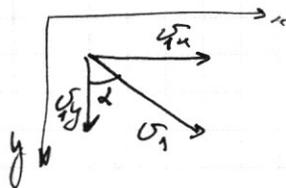
$$\text{т.к. ЗСЭ вычисляется } W'_t = 0 \Rightarrow i = \dot{q} \Rightarrow$$

$$W'_t = (L_1 + L_2) \dot{q} \ddot{q} + \frac{1}{C} q \cdot \dot{q} = 0 \quad i' = \ddot{q}$$

$$W'_t = (L_1 + L_2) \dot{q} \ddot{q} + \frac{1}{C} q \cdot \dot{q} = 0 \quad T = 2\pi \sqrt{5LC}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) $v_1 = 6 \text{ м/с}$ $\sin \alpha = \frac{2}{3}$
 $v_2 = ?$ $\sin \beta = \frac{1}{3}$



v_{1x}, v_{1y} - проекции скорости на оси

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

$v_1 \sin \alpha = v_2 \sin \beta$ $v_2 = v_1 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = 6 \cdot \frac{2 \cdot 3}{3} = 12 \text{ м/с}$

2) ЗЦУ; x: $m v_{1x} = m v_{2x}$

$(M+m) v_{2y}$

y: $M v_{1y} - m v_{1y} = M v_{2y} + m v_{2y}$

т.к. $M \gg m$, то $M v_{2y} = M v_{1y} + m(v_{1y} + v_{2y})$

$\frac{m}{M} \rightarrow 0 \Rightarrow$

$U = v_{2y} + \frac{m}{M} (v_{1y} + v_{2y})$

$U = v_{2y} = v_2 \cos \beta$

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

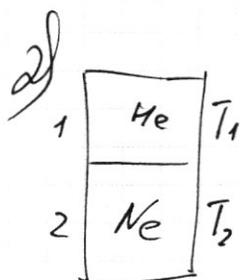
$U = v_2 \cos \beta = 12 \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3} = 8\sqrt{2}$ $\sqrt{2} \approx 1,4 \Rightarrow$

Ответ: 1) 12 м/с

$U = 11,2$

$\frac{11,2}{1,4} = 8$

2) 11,2 м/с



$\rho = \frac{5}{25} \text{ кг/м}^3$ $T_1 = 330 \text{ К}$ $T_2 = 440 \text{ К}$ $R = 8,31$

$\frac{v_1}{v_2} = ?$ $T = ?$ $\rho = ?$

1) $p_1 = p_2 \Rightarrow$ по 3-му Менделеева-Клапейрона

$pV = \rho RT$ $p = \frac{\rho RT}{V}$ $\frac{\rho R T_1}{V_1} = \frac{\rho R T_2}{V_2}$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{330}{440} = \frac{3}{4} = 0,75$

2) т.к. μ -не меняется при установившемся T установившемся $v_1' = v_2'$

$v_1' = \frac{v_1 + v_2}{2}$

$\rho = \mu n + A \quad \mu n = \frac{3}{2} \rho R T \quad A = ?$

3) Процесс происходит в заданном - изобарный, т.к. V и T меняются при этом $V \propto T$